



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA ZONA RURAL E URBANA NA QUALIDADE
DA ÁGUA DO RIBEIRÃO DAS ARARAS**

ADRIEL BARBOZA BENTOS

**Araras
2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**IMPACTOS AMBIENTAIS DA ZONA RURAL E URBANA NA QUALIDADE
DA ÁGUA DO RIBEIRÃO DAS ARARAS**

ADRIEL BARBOZA BENTOS

ORIENTADOR: Prof. Dr. RUBISMAR STOLF

CO-ORIENTADORA: Prof.^a Dr.^a MARIA
TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação em Agroecologia e
Desenvolvimento Rural como requisito
parcial à obtenção do título de
MESTRE EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Araras

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

B478i Bentos, Adriel Barboza
Impactos ambientais da zona rural e urbana na
qualidade da água do Ribeirão das Araras / Adriel
Barboza Bentos. -- São Carlos : UFSCar, 2016.
77 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de
São Carlos, 2016.

1. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de
Habitats . 2. Recursos Hídricos. 3. Atividades
Antropogênicas. I. Título.

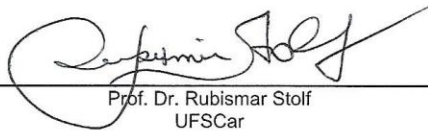


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

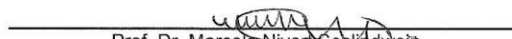
Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Adriel Barboza Bentos, realizada em 09/03/2016:



Prof. Dr. Rubismar Stolf
UFSCar



Prof. Dr. Marcelo Niven Schindwein
UFSCar



Prof. Dr. Takashi Muraoka
USP

Matrioska
Rio clarificado exatamente fluxo-ritmo
correnteza e erosão, leito raspado em fluidez
cada dia mais fundo cada dia menos cabe um rio no rio
plantar na margem pés-de-cachimbo domingo pede
não pede mais, o que não se move na curva fica, seca, morre
cada dia mais fundo e largo
r i o
que só o mar envolve
e mar?
Amar.

Caio Augusto Leite

ÀS MINHAS MÃES.
AO MEU AMOR.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me manter forte ao longo dessa trajetória.

Às minhas Mães Ana Maria Teixeira Barboza e Maura Falcão de Souza, minhas mulheres incomparáveis, soberanas nas mais diversas qualidades, as quais devo todo meu amor e gratidão.

Ao meu amor Vitor de Paula Marinho, meu companheiro e amigo, por atuar minhas lamentações, por me dar apoio e por acreditar em mim. Essa força foi essencial.

Ao professor Rubismar Stolf, grande estudioso e querido orientador deste trabalho.

À professora Maria Teresa (Teka) que desde o princípio da coorientação se fez presente e prestativa. Nada disso teria acontecido sem a ajuda da senhora, obrigado.

Ao agrônomo da Casa da Agricultura de Araras, senhor Zé Maria, que teve contribuição fundamental para o desenvolvimento do trabalho, além do exemplo de experiência e sabedoria.

Aos meus amigos da graduação Nathi, Carioca e Mama, que também me acompanharam no mestrado e formaram a melhor equipe de campo que alguém pode ter.

À técnica do Laboratório de Solos da UFSCar, Silvia, que teve muita paciência para comigo ao me ensinar o básico e também por me socorrer nas análises realizadas no laboratório.

Aos técnicos da UFSCar, Anselmo e João que contribuíram para realização das coletas de campo.

Ao Raphael, graduando em Biotecnologia, suas contribuições foram de fundamental importância.

Às meninas da secretaria da Pós-Graduação Cris, Kayti e Sirlene e à Camila, secretária do DRNPA, pois sem vocês nada, absolutamente nada disso seria possível.

Ao professor Marcelo Nivert, por dividir um pouco de sua sabedoria conosco, alunos do PPGADR, e por toda colaboração que começou logo no início do curso.

Ao professor Takashi Muraoka, do CENA-USP, por aceitar participar das minhas bancas e pelas contribuições científicas grandiosas.

A todos os outros professores, funcionários e colegas da UFSCar que direta e/ou indiretamente contribuíram de alguma forma para realização do trabalho.

Aos amigos Isadora e Ricardo. Obrigado por dividir a internet nossa de cada dia.

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	I
ABSTRACT	III
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Atividades antrópicas.....	4
2.2 - O cenário das águas.....	6
2.3 - Bacia hidrográfica	7
2.4 - Qualidade das águas.....	9
2.5 - Política dos recursos hídricos.....	11
2.6 - Parâmetros	13
2.6.1 - Oxigênio Dissolvido (OD).....	14
2.6.2 - Potencial Hidrogeniônico (pH).....	14
2.6.3 - Temperatura	15
2.6.4 - Turbidez	15
2.6.5 - Sólidos totais.....	15
2.6.6 - Série nitrogenada.....	16
2.6.7 - Fósforo.....	17
2.6.8 - Cloreto	17
2.6.9 - Sulfato.....	18
2.6.10 - Condutividade elétrica.....	18
2.7 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PARs)	19
2.8 - A Agroecologia como alternativa de produção e utilização dos recursos naturais.....	20
3 – MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 - Caracterização do município de Araras - SP.....	23
3.2 - O Ribeirão das Araras	24
3.3 - Pontos de avaliação	24
3.3.1 - Ponto 1.....	25
3.3.2 - Ponto 2.....	26
3.3.3 - Ponto 3.....	27
3.3.4 - Ponto 4.....	28

3.3.5 - Ponto 5.....	29
3.3.6 - Ponto 6.....	30
3.4 - Ferramentas utilizadas	31
3.5 - Procedimentos de campo, coleta e análise dos dados.....	37
4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
6 – LITERATURA CITADA	69

ÍNDICE DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Parâmetros analisados com o Ecolit utilizados no trabalho e suas respectivas leituras mínimas e máximas.....	37
Tabela 2. Vazão no ponto médio da secção amostrada do Ribeirão das Araras correspondendo aos períodos sazonais: seco, intermediário e chuvoso. .	42
Tabela 3. Resultados de todas as análises do parâmetro pH, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.....	44
Tabela 4. Resultados de todas as análises do parâmetro OD, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.....	45
Tabela 5. Resultados de todas as análises do parâmetro temperatura.	46
Tabela 6. Resultados de todas as análises do parâmetro turbidez, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	46
Tabela 7. Resultados de todas as análises do parâmetro amônia, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	48
Tabela 8. Resultados de todas as análises do parâmetro nitrato, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	49
Tabela 9. Resultados de todas as análises do parâmetro nitrito, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	49
Tabela 10. Resultados de todas as análises do parâmetro nitrogênio total.	50
Tabela 11. Resultados de todas as análises do parâmetro fósforo, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	51
Tabela 12. Resultados de todas as análises do parâmetro cloreto, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	52
Tabela 13. Resultados de todas as análises do parâmetro sulfato, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	52

Tabela 14. Resultados de todas as análises do parâmetro condutividade elétrica.....	53
Tabela 15. Resultados de todas as análises do parâmetro resíduos totais, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.	53
Tabela 16. Resultados dos parâmetros de qualidade da água em cada ponto amostral no período seco.....	54
Tabela 17. Resultados dos parâmetros de qualidade da água em cada ponto amostral no período intermediário de chuvas.	55
Tabela 18. Resultados dos parâmetros de qualidade da água em cada ponto amostral no período chuvoso.....	56
Tabela 19. Resultados do PARs em cada ponto amostrado.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localização do município de Araras e dos 6 trechos estabelecidos para avaliação na microbacia do Ribeirão das Araras (Araras – SP).	25
Figura 2. Fotografia do ponto amostral 1, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).....	26
Figura 3. Fotografia do ponto amostral 2, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).....	27
Figura 4. Fotografia do ponto amostral 3, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).....	28
Figura 5. Fotografia do ponto amostral 4, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).....	29
Figura 6. Fotografia do ponto amostral 5, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).....	30
Figura 7. Fotografia do ponto amostral 6, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).....	31
Figura 8. O Ecolit - ferramenta composta por frascos e reagentes para análise de parâmetros de qualidade da água pelo método colorimétrico.....	38
Figura 9. Precipitação mensal ocorrida no município de Araras (SP), entre os anos de 2010 a 2014.	39
Figura 10. Média aritmética da precipitação mensal ocorrida no município de Araras (SP), entre os anos de 2010 a 2014.	40
Figura 11. Ponto 1: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).....	43
Figura 12. Ponto 2: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).....	43

Figura 13. Ponto 3: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).....	43
Figura 14. Ponto 4: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).....	43
Figura 15. Ponto 5: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).....	44
Figura 16. Ponto 6: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).....	44
Figura 17. Obras de retificação e canalização, retirada de solo e árvores são algumas das ações antrópicas acometidas no Ribeirão das Furnas.	47
Figura 18. Pontuação de um ambiente tido como referência e pontuação real do Ribeirão das Araras, segundo a classificação do PARs.....	57
Figura 19. Resultado de cada parâmetro no ponto 1, segundo a aplicação do PARs.....	59
Figura 20. Resultado de cada parâmetro no ponto 2, segundo a aplicação do PARs.....	60
Figura 21. Resultado de cada parâmetro no ponto 3, segundo a aplicação do PARs.....	61
Figura 22. Impactos negativos da área urbana provocados no Ribeirão das Araras (ponto 4) e no Ribeirão das Furnas (ponto 5).....	62
Figura 23. Resultado de cada parâmetro no ponto 4, segundo a aplicação do PARs.....	63
Figura 24. Resultado de cada parâmetro no ponto 5, segundo a aplicação do PARs.....	63
Figura 25. Resultado de cada parâmetro no ponto 6, segundo a aplicação do PARs.....	64

Figura 26. Outros impactos observados no ponto 6, como lixo doméstico (a e b), livre acesso do gado (c) e atividade pesqueira (d)..... 65

ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 1. Classe das águas doces e seus usos preponderantes.....	12
Quadro 2. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats modificado do protocolo da EPA (1988) da cidade de Ohio, por Callisto et al. (2002).....	32
Quadro 3. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats modificado de Hannaford et al. (1997), por Callisto et al. (2002).	32

IMPACTOS AMBIENTAIS DA ZONA RURAL E URBANA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIBEIRÃO DAS ARARAS - ARARAS (SP)

Autor: ADRIEL BARBOZA BENTOS

Orientador: Prof. Dr. RUBISMAR STOLF

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

RESUMO

Agricultura, urbanização e industrialização são algumas das atividades antrópicas, que estão constantemente gerando impactos negativos ao meio ambiente. Grande parte dessa degradação afeta diretamente os esgotáveis sistemas lóticos que são importantes fontes de abastecimento de água para a população. Isso propicia o agravamento dos problemas em se obter água limpa. Partindo deste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo avaliar características visuais de habitats no gradiente longitudinal do Ribeirão das Araras e juntamente com o monitoramento sazonal dos parâmetros físicos e químicos de qualidade da água, indicar o estado de conservação do ambiente natural, sem deixar de caracterizar as alterações ocasionadas pela atividade antrópica. Para o levantamento dos dados, foram selecionados 6 pontos de avaliação, compreendidos entre trechos da zona rural e urbana. A avaliação se deu com a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats, que ao final da aplicação, define o nível de preservação do ambiente. O monitoramento com coletas de amostras de água obedeceu à sazonalidade climática (períodos de seca, intermediário e chuvoso), sendo no total 13 parâmetros mensurados, submetidos à análise de variância (ANOVA) simples, utilizando como teste de comparações múltiplas o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Tanto os resultados das análises de qualidade da água, quanto o PARs apontaram ações de degradação na microbacia do Ribeirão das Araras, em decorrência das atividades antrópicas. Quanto a sazonalidade, houve diferença significativa apenas entre os parâmetros: nitrogênio total, fósforo total, cloreto, sulfato e condutividade elétrica, porém sem relação climática aparente. O parâmetro fósforo total, exceto no ponto 3, apresentou valores acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05, com maiores concentrações no período seco. No entanto, o ponto 5 teve destaque

por apresentar maiores concentrações em quase todos os parâmetros e ainda, pela desconformidade no parâmetro turbidez do período intermediário. O protocolo classificou o todo do gradiente avaliado como alterado (48,6 pontos). Os pontos de maior criticidade ambiental foram os pontos 4 e 5, ambos classificados como impactados. Juntas as ferramentas permitiram concluir que os pontos localizados na região urbana (4 e 5) são os mais afetados pelas atividades antrópicas, sobretudo, pela ocupação das margens, canalização, retificação, retirada da vegetação ciliar, despejo de esgotos domésticos, lixo nas margens, processos erosivos, etc. Portanto, as ferramentas de baixo custo aqui adotadas (EcoKit e PARs), mostraram-se de maneira eficiente no que tange a avaliação dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats; Recursos Hídricos; Atividades Antropogênicas.

ENVIRONMENTAL IMPACTS OF RURAL AND URBAN AREA ON WATER QUALITY OF THE RIBEIRÃO ARARAS

Author: ADRIEL BARBOZA BENTOS

Adviser: Prof. Dr. RUBISMAR STOLF

Co-adviser: Prof.^a Dr.^a MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES

ABSTRACT

Agriculture, urbanization and industrialization are some of the human activities that are constantly generating negative impacts on the environment. Much of this degradation directly affects exhaustible lotic systems that are important sources of water supply for the population. This provides the aggravation of problems in obtaining clean water. From this context, the present study aims to assess visual characteristics of habitats in the longitudinal gradient of Araras River and along with the seasonal monitoring of physical and chemical parameters of water quality, state of the natural environment conservation status, while characterizing the changes caused by anthropic activity. For the survey data, 6 points of evaluation were select, ranging from stretches of rural and urban areas. The evaluation took place using the Rapid Assessment Protocol of Habitat Diversity, which at the end of the application, defines the environment preservation level. The monitoring with collection of water samples complied with the climate (drought, intermediate and wet), totaling 13 parameters measured, submitted to analysis of simple variance (ANOVA), using as multiple comparisons test the Tukey test at 5% level of significance. Both, the results of water quality analysis and the PARs analysis showed degradation of shares in the Ribeirão das Araras, as a result of human activities. Regarding seasonality, there was a significant difference only between the parameters: total nitrogen, total phosphorus, chloride, sulfate and electrical conductivity, but without apparent climate relationship. Total phosphorus parameter, except for the 3rd point, showed values above the limit, established by CONAMA, in the Resolution 357/05, with higher concentrations in the dry season. However, in the 5th point, it was highlighted by having higher concentrations in almost all parameters and also by disagreement in turbidity parameter in the interim period. The protocol described the whole gradient evaluated as amended (48.6

points). The points of greatest environmental criticality were the points 4 and 5, both classified as impacted. Together the tools showed that the points located in the urban area (4 and 5), are the most affected by human activities, mainly because of the margins occupation, channeling, rectification, removal of riparian vegetation, domestic sewage disposal, garbage on the banks, erosion, etc. So, the low-cost of tools adopted here, Eokit and RAPs, provided to be an efficient way to evaluate the water resources.

Keywords: Rapid Assessment Protocol of Habitat Diversity; Water resources; Anthropogenic activities.

1 – INTRODUÇÃO

Desde sua existência o homem mantém diversas relações de interação com o ambiente à sua volta, modificando-o e transformando-o de acordo com as suas necessidades. Tais modificações, chamadas de atividades antrópicas, criam gradientes de interferência nos macro compartimentos da biosfera, causando intensas alterações, tais como: nos sistemas climáticos (provocando mudanças micro, meso e macro climáticas); nos sistemas aquáticos (alterando o ciclo hidrológico e as coleções hídricas, ambientes dulcícolas e marinhos); nos sistemas terrestres (provocando movimentos de massa, subsidiência da terra, ciclagem de nutrientes minerais, erosão do solo, salinização e dessalinização); e nos sistemas biológicos (extinção da fauna e flora) (BASTOS & FREITAS, 1999).

Os reflexos das atividades geradas pelo homem também são observados nas atividades rurais e florestais, pois quando praticadas de forma extensiva, causam intensas alterações na paisagem, dado que associados ao rápido crescimento populacional, os efeitos dessas atividades combinados com os da urbanização são facilmente visualizados nos ecossistemas aquáticos.

Nessa configuração dos sistemas aquáticos, rios e riachos, também conhecidos como ambientes lóticos são os ecossistemas que mais sofrem intervenções ambientais e alterações em sua paisagem, decorrentes de ações e atividades antrópicas. Numa visão mais ampla, a ocupação das bacias hidrográficas e o conseqüente uso dos recursos hídricos modificam as características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água e das margens

ao longo de seus cursos. Isso prejudica os fluxos naturais, já que as bacias hidrográficas constituem sistemas naturais bem delimitados geograficamente, pois são compostas por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso de água e seus afluentes, onde as interações são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas, ou seja, são resultados das interações das águas com outros recursos naturais.

A microbacia do Ribeirão das Araras, localizada no Município de Araras (SP), se apresenta como um bom exemplo de ambiente aquático que vem sofrendo com os impactos negativos das ações antrópicas, sendo a qualidade de suas águas afetadas por diferentes processos de uso e ocupação do solo ao longo de suas margens, tais como: intensa ocupação urbana (poluindo o rio através de seus efluentes); mineração (desmatando e inserindo elementos tóxicos) e; agricultura (poluindo pela aplicação de agrotóxico).

Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de métodos que possibilitem trabalhar na conservação da biodiversidade aquática, na compreensão de padrões globais que determinam a qualidade desses sistemas e, conseqüentemente, a busca pela sustentabilidade entre desenvolvimento econômico e preservação ambiental. Tais métodos devem agregar uma coleção de parâmetros representativos dos principais elementos e fatores que estabelecem e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais.

Nesse contexto, se inserem os Protocolos de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PARs), como ferramentas metodológicas que permitem avaliar os níveis de preservação das condições ambientais em trechos de rios, levando em consideração a análise integrada dos ecossistemas lóticos ao ter como base a leitura de parâmetros de fácil entendimento e de rápida aplicação, constituindo assim, uma importante ferramenta nos programas de monitoramento ambiental (CALLISTO et al., 2001; CALLISTO et al., 2002; RODRIGUES et al., 2008). A utilização dos PARs teve início em 1989, quando foi publicado o documento "Rapid Bioassessment Protocols" (RBPs) escrito por Plafkin et al. (1989). Desde então, o que se tem visto é um aumento das discussões acerca da importância da utilização de

critérios integrados na avaliação da qualidade dos recursos hídricos e da utilização de métodos que englobam estes critérios.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os processos de degradação ambiental antrópica acometidos na microbacia do Ribeirão das Araras. De modo que, localizados em áreas rurais e urbanas, os seis pontos amostrais foram submetidos à análise visual quali-quantitativa do PARs e ao monitoramento sazonal de qualidade da água, por meio da determinação de variáveis limnológicas de ordem física e química utilizando o Ecolit. Desta forma, especificamente, o trabalho procurou indicar qual o estado de conservação encontrado na microbacia e quais áreas e atividades que mais acarretam impactos ambientais negativos no corpo hídrico.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

A presente fundamentação teórica pretende abordar alguns temas gerais que possam contextualizar esta pesquisa num aspecto mais amplo, sem a pretensão de esmiuçá-los. Este trabalho pretende priorizar as inter-relações dos assuntos de interesse. Com isso, será possível avaliar os aspectos naturais e os processos da interferência humana nos ambientes aquáticos desde a escala global até a escala local.

2.1 - Atividades antrópicas

Uma cidade é o lugar onde se pode observar as mais variadas transformações de espaço decorrentes da ação do homem e sua evolução. À medida que estas transformações vão se consolidando, paralelamente crescem os impactos ambientais, sobretudo em função do uso e ocupação do solo e da falta de planejamento em áreas de preservação, gerando uma nova configuração espacial urbana (SILVA, et al., 2009).

No processo de urbanização, a implementação de projetos de loteamentos, com a limpeza de quadras e a abertura de ruas, propícia o surgimento de processos erosivos, de modo que, a retirada da mata ciliar ocasiona a chegada dos materiais oriundos das vertentes, por meio do escoamento superficial nos cursos d'água, o que pode provocar o assoreamento dos mesmos, acumulando resíduos em seu leito e causando enchentes a médio e longo prazo (CASSETI, 1995; PORTO et al., 2001).

Assim, a ocupação antrópica em uma bacia hidrográfica para o desenvolvimento das diversas atividades produtivas, pode acarretar uma série de impactos negativos, dentre as quais, as atividades agrícolas, que visando alta produtividade demandam diversos insumos agrícolas que, utilizados inadequadamente, acarretam de forma direta por meio de efluentes a contaminação dos cursos d'água, ou indireta, quando o contato é em função da atuação de fatores como escoamento superficial, infiltração e percolação. Os poluentes, como defensivos e corretivos agrícolas, atuam sobre a qualidade de oxigênio dissolvido e o pH da água, afetando a sobrevivência de espécies. Já o grande arraste de adubos químicos ricos em nitratos e fósforo, especialmente em lagos e lagoas, pode gerar, como consequência, a eutrofização acelerada do corpo d'água (TELLES, 1999).

Já os diferentes ramos industriais interferem ao lançarem efluentes com características diferenciadas, em função do tipo de atividade industrial. Dentre os poluentes mais significativos, destacam-se: matéria orgânica, sulfetos, óleos e graxas, bactérias, ácidos, fenóis, cianetos, metais pesados e material em suspensão (BENETTI & BIDONE, 2001; SILVA & SIMÕES, 2002).

Outra fonte de poluição das águas em áreas urbanas consiste nos esgotos sanitários. Estes correspondem as águas utilizadas para a higiene pessoal, lavagem de utensílios e preparo de alimentos, originárias de domicílios residenciais, comerciais, hospitalares e industriais. A composição dos esgotos sanitários é praticamente uniforme, constituída por matéria orgânica biodegradável, bactérias, vírus, nitrogênio, fósforo, óleos e detergentes (BENETTI & BIDONE, 2001).

Diante de um cenário de constatação de degradação nos ambientes naturais, alguns autores colocam que está ocorrendo um período de verdadeira crise ambiental, caracterizada por uma

“...combinação de fenômenos da natureza (atmosféricos, oceânicos, radiação solar) com processos que tem origem na ação humana, através da alteração de estruturas químicas, genéticas, radioativas, das dinâmicas dos rios e da atmosfera” (SEVÁ FILHO, 1993, pág. 07).

O mesmo autor coloca ainda o problema da ocupação desordenada do planeta, acompanhada de um estabelecido padrão tecnológico e energético, pois

“é exatamente este modelo de desenvolvimento econômico que vem gerando alterações e riscos a todo planeta. Muitos autores afirmam que estas características confirmam a quarta fase ecológica do desenvolvimento do homem, onde a tecnologia compromete a própria dinâmica da terra e da vida” (idem, pág. 08.

Entretanto, todos estes processos ocorrem num planeta que é finito, com grande parte de seus recursos naturais não renováveis, ou de renovação muito lenta, em comparação com o ritmo com o qual são explorados. A degradação do solo e as intervenções sobre o ciclo hidrológico são exemplos bem cabíveis da crise ambiental decorrente da utilização inadequada dos recursos fornecidos pelo planeta.

2.2 - O cenário das águas

O planeta terra dispõe de um volume total de 1.386 milhões de km³ de água, onde, 97,5% deste volume total se encontra distribuído nos mares e oceanos, ou seja, água imprópria para o consumo humano, a não ser que seja realizado um processo de dessalinização, o que requer investimento elevado. Do restante, 2,493% encontra-se em regiões polares ou subterrâneas (aquíferos), de difícil aproveitamento e apenas 0,007% da água disponível são próprias para o consumo humano, encontrando-se nos rios, lagos, lagoas e pântanos (TELLES, 1999).

Nesse cenário, o Brasil possui uma situação bastante privilegiada, pois ostenta uma abundância no volume de água doce, com mais de 70% localizado na Bacia Amazônica, o que representa 12,7% do total mundial. Com 7,32 trilhões de metros cúbicos, o Brasil dispõe de mais água que a Rússia (4,5 trilhões), a China (2,83 trilhões), o Canadá (2,79 trilhões) e os Estados Unidos (2,48 trilhões) (THOMAS, 2005). Porém, a abundância aparente não reflete a distribuição desigual destes valores ao longo do território brasileiro que, associada a fatores como aumento excessivo nas demandas e degradação da

qualidade das águas, implicam em problemas sérios de escassez em algumas áreas (HIRATA, 2001).

Não somente escassez, pois dados da UNESCO (2003) estimam que 120 mil Km³ de água doce com potencial de utilização pelo homem encontram-se contaminados, para 2050, espera-se uma contaminação de 180 mil Km³, caso persista a poluição. O problema se agrava quando ocorre contaminação das águas subterrâneas. Mais de um bilhão de pessoas têm problemas de acesso à água potável e 2,4 bilhões não têm acesso ao saneamento básico, aumentando os riscos de contaminação, tanto das águas de superfície, como das subterrâneas. Em função dessa realidade, a diversidade global dos ecossistemas aquáticos vem sendo significativamente reduzida. Mais de 20% de todas as espécies de água doce estão ameaçadas ou em perigo, devido, principalmente, à abertura de novas fronteiras agropecuárias, construção de barragens e urbanização, causando diminuição do volume de água (UNESCO, 2003).

Por conseguinte, as águas de mananciais que sofrem interferência de efluentes urbanos e industriais, resíduos de mineração e a poluição difusa de áreas agrícolas com uso em larga escala de insumos químicos, têm sua qualidade para abastecimento questionada, mesmo após os processos de tratamento convencionais, devido à impossibilidade de se proporcionar a eliminação de diversos elementos neurotóxicos, carcinogênicos e mutagênicos, nocivos à saúde pública (REBOUÇAS, 2002).

Para Olmstead (2010) o impacto decorrente da inadequada gestão da água com qualidade é transmitido ao ser humano de forma gradativa e em longo prazo. O que torna os problemas de qualidade da água, aparentemente, menos relevantes que os de qualidade do ar, por exemplo. Visto que a poluição atmosférica apresenta impacto significativo e direto à saúde humana. Contudo, tanto países industrializados quanto os em desenvolvimento apresentam preocupações crescentes com o futuro da gestão da água.

2.3 - Bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica é a unidade básica da análise ambiental e permite conhecer e avaliar seus diversos elementos, processos e interações que nela

ocorrem, fundamentada em uma visão sistêmica e integrada do ambiente (BOTELHO & SILVA, 2004). Para Tucci & Mendes (2006), as bacias hidrográficas apresentam como características principais: a área de drenagem, o comprimento do rio principal, declividade do rio e a declividade da bacia.

Matheus & Sé (2003) colocam que as bacias hidrográficas apresentam inúmeras características fundamentais, das quais podem ser destacadas as interações entre os seus principais componentes: o solo e água como substrato, comunidades da fauna, da flora e efeitos no clima interagem em uma bacia hidrográfica, apresentando características específicas em cada bacia.

Com isso, a influência dos diversos atributos sobre os recursos hídricos superficiais ocorrerá diferencialmente conforme as características das bacias. Almeida & Tertuliano (1991, p. 156) identificaram alguns fatores importantes que influenciam na sensibilidade de águas superficiais:

“Fatores físicos: vazão (rios), tempo de residência (reservatórios), radiação solar, temperatura, pressão, densidade, forças de cisalhamento externas, energias interna e cinética, entropia, regime sedimentológico, etc.;

Fatores químicos: presença de elementos químicos inorgânicos e orgânicos dissolvidos, material orgânico particulado, nutrientes, metais pesados e componentes tóxicos em baixas concentrações, etc.

Comunidades biológicas: ocorrência de produtores primários, zooplâncton, zoobentos, peixes, organismos em diferentes estágios de vida, etc”.

Dessa forma, devido à presença de inter-relações entre diversos elementos abióticos, bióticos e socioeconômicos existentes na paisagem, a bacia hidrográfica representa uma unidade ideal de planejamento do uso de terras, ao contrário de outras unidades definidas por critérios diferentes, que não abrangem a paisagem como um todo (BOTELHO, 1999).

“Em função de suas características naturais, bacias hidrográficas têm se tornado importante unidade espacial utilizada para gerenciar atividade de uso e de conservação dos recursos naturais, principalmente nas situações anuais de grande pressão

sobre o ambiente em função do crescimento populacional e do desenvolvimento” (SILVA et al., 2003, pág. 94).

Entretanto, a não correspondência entre os limites municipais e estaduais com os limites das bacias pode acarretar no surgimento de impasses políticos e econômicos que dificultam a adoção de medidas relacionadas às bacias, além de acarretar severos danos ambientais (GENRICH, 2002).

Contudo, a avaliação dos efeitos negativos oriundos da atividade antrópica, por meio de análise do uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas, torna-se fundamental para a determinação da qualidade da água, tendo em vista a correlação entre estas variáveis (FERNANDES & SILVA, 1994). Para Medeiros & Petta (2005), há uma preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação das bacias hidrográficas, isso tem levado os governos a se interessarem por estudos que abordem essa questão. Entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental dos corpos hídricos colaboram, de maneira consistente, com o conhecimento aprofundado de uma região.

2.4 - Qualidade das águas

A qualidade da água é representada por um conjunto de características intrínsecas, geralmente mensuráveis. O conjunto de todos os elementos que a compõe assegura determinado uso ou o conjunto de usos, bem como permite o estabelecimento de padrões de qualidade e classificação da água (DERISIO, 2000).

Em uma bacia hidrográfica a qualidade das águas superficiais é influenciada por fatores naturais, como clima, fauna, flora, litologia e pela ação antrópica, com a inserção de novos componentes no sistema (PORTO et al., 1991; ARCOVA & CICCIO, 1999). Dentre as águas superficiais encontram-se os ecossistemas lóticos e os ecossistemas lênticos, sendo que as principais diferenças entre estes ambientes incluem: existência, em ambientes lóticos, de um fluxo contínuo unidirecional; ausência de estratificação térmica e fluxo mais intenso de materiais e nutrientes (ROUND, 1965).

A natureza e a composição de elementos químicos nas águas superficiais variam de acordo com a ocorrência de processos hidrológicos

(diluição e evaporação), físicos (trocas gasosas com a atmosfera, aquecimento e resfriamento), químicos (dissolução de partículas e precipitação de minerais) e biológicos (decomposição de matéria orgânica e crescimento e decaimento microbiano) (MEYBECK et al., 1996).

O clima e a vegetação interferem na qualidade da água a partir da precipitação, que proporciona o escoamento superficial responsável pelo carreamento do material particulado gerado a partir do impacto da gota de chuva no solo e os íons oriundos da dissolução das rochas, além do carbono orgânico e compostos nitrogenados para os cursos d'água da bacia. O crescimento, a morte e a decomposição de plantas aquáticas também interferem na qualidade das águas, devido a alterações nos teores de nitrogênio, fósforo, pH, oxigênio dissolvido, além de outros elementos sensíveis de condições de redução e oxidação da matéria orgânica. Outro fator ambiental que influencia na qualidade da água é a litologia que, ao entrar em contato com as águas, altera suas características (MEYBECK et al., 1996).

Almeida & Schwartzbold (2003) notaram dois fatores relevantes que afetam a qualidade da água de um ambiente aquático: o espacial e o sazonal. O fator espacial relaciona-se com a localização geográfica dos usos impactantes como os centros urbanos, as áreas agrícolas e indústrias. Já o fator sazonal está associado às variações pluviométricas e de vazão, que interferem em variáveis como turbidez, pH, sólidos totais e em suspensão. A intensidade das alterações no solo e na água tem sua magnitude e abrangência reguladas pelo tipo de atividade desempenhada e pela forma como é conduzida.

Dessa forma, rios que drenam certa área possuem suas águas com características físicas, químicas e biológicas próprias, as quais refletem as condições climáticas e as atividades de uso do solo das áreas a jusante (SOUZA, 1996).

Pesquisas destinadas a analisar a qualidade da água estão focadas principalmente nas águas superficiais, pois estas são as principais fontes de abastecimento, recreação, agricultura e paisagismo (PEIXOTO et al., 2003). A qualidade destas águas superficiais constitui um importante fator no

diagnóstico da bacia hidrográfica e atua como um parâmetro indicador dos impactos do uso e ocupação do solo (MARGALEF, 1983).

2.5 - Política dos recursos hídricos

No Brasil, o interesse recente pelas questões ambientais teve reflexo na legislação específica desenvolvida nos últimos anos, impulsionado pela criação da Lei das Águas (Lei n. 9.433/97) (BRASIL, 2005), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Esta lei, inspirada na legislação irlandesa, contém os mais modernos preceitos de gestão e águas (MACIEL, 2000). Como princípios, a referida lei estabelece, em seu artigo 1º:

- I - a água é um bem de domínio público;
- II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;
- III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é para o consumo humano e a dessedentação de animais;
- IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;
- V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a atuação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos;
- VI - a gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”.

Com isso, os princípios da legislação estão relacionados com o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos, ou seja, o artigo 2º da lei: “(I) assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; (II) a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; (III) prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais”. Para tanto, os instrumentos da Política

Nacional de Recursos Hídricos são: os Planos de Recursos Hídricos; o enquadramento dos corpos de água em classes, de acordo com os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios e; o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (TUCCI & MENDES, 2006).

No que se refere o instrumento do enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, sobre os níveis de qualidade e quantitativa da água por meio de controle sobre os níveis de qualidade dos mananciais. O referido instrumento consiste no estabelecimento de meta ou objetivo de qualidade de água, tornando-a compatível com os usos mais exigentes a que foram destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, por meio de medidas preventivas permanentes (MACIEL, 2000).

Esse enquadramento, que consta da Resolução CONAMA nº 357/2005 (que revogou a Resolução CONAMA nº 020/1986), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões para lançamento de efluentes, e dá outras providências, além do estabelecimento de valores limitantes de parâmetros ambientais importantes, os quais serviram de referência para este trabalho. Assim, a referida resolução estabelece em seu 3º artigo, a divisão das águas doces, salobras e salinas de acordo com a qualidade requerida para seus usos preponderantes e, conforme o quadro 1, as águas doces são divididas em cinco classes:

Quadro 1. Classe das águas doces e seus usos preponderantes.

Classe	Usos preponderantes
Especial	Abastecimento humano, com desinfecção; a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e a preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

1	Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película e à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
2	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto e à aquicultura e à atividade de pesca.
3	Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário e a dessedentação de animais.
4	À navegação e à harmonia paisagística.

Fonte: adaptado de Brasil (2005).

No trabalho de Magini & Chagas (2003), o Ribeirão das Araras fora subdividido em três (3) áreas: Alto (ABA) a montante, Médio (MRA) e Baixo Ribeirão das Araras (BRA) a jusante, onde, segundo análises de qualidade das águas puderam classificar tais áreas como: ABA (classe 1), MRA (variou entre classe 2 e 3) e BRA (variou entre classe 2 e 3). Contudo, os pontos selecionados para avaliação deste estudo abrangem as áreas ABA (pontos 1 e 2) e MRA (pontos 3, 4, 5 e 6).

2.6 - Parâmetros

A água apresenta características tanto físicas, como cor, temperatura e odor, quanto químicas, que é a composição de substâncias diversas e que lhe

conferem qualidade. A água, ainda corresponde à concentração e interação dos compostos químicos, como o oxigênio dissolvido, e biológicas, que dizem respeito à composição florística e faunística do ecossistema aquático dizem respeito as estruturas bióticas e abióticas que compõem o ambiente de uma forma geral (GODOI, 2008).

Os parâmetros citados a seguir constituíram a avaliação e o monitoramento do presente estudo, os quais, conforme o acesso as metodologias de análise foram determinados, totalizando treze parâmetros de qualidade da água.

2.6.1 - Oxigênio Dissolvido (OD)

A concentração de oxigênio dissolvido na água é um importante parâmetro a ser observado por ser o elemento principal no processo metabólico dos organismos aeróbicos, sendo assim, fundamental na dinâmica e autodepuração dos ecossistemas aquáticos (PIVELI & KATO, 2006; VALENTE et al., 1997). Em estudos de águas superficiais densamente poluídas a contaminação orgânica pode ser avaliada por meio da observação do decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido na água e/ou pela concentração de matéria orgânica oxidada por uma determinada concentração de oxigênio dissolvido (VALENTE et al., 1997).

2.6.2 - Potencial Hidrogeniônico (pH)

Definida como o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio, o pH é a medida do balanço ácido de uma solução. Deste modo, a escala de pH varia de 0 a 14, sendo que os valores abaixo de 7 e próximos de 0 indicam aumento de acidez, enquanto os valores de 7 a 14 indicam aumento da alcalinidade (CHAPMAN & KIMSTACH, 1996).

Em geral, as águas brasileiras apresentam valor de pH entre 6,0 e 9,0, sendo ligeiramente alcalinas em muitos casos, devido à composição geológica dos solos da bacia hidrográfica. Entretanto, a determinação do pH em águas urbanas é realizada como monitor primário, ou seja, bruscas alterações dos valores de pH, para valores acima de 9,0 ou abaixo de 6,0; podem indicar despejo de efluentes industriais e a presença de compostos tóxicos não

tratados (PIVELI & KATO, 2006). Além do mais, os valores de pH estão relacionados a fatores naturais, como dissolução de rochas, absorção de gases atmosféricos, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese (SPERLING, 2005).

2.6.3 - Temperatura

A temperatura é um dos padrões ou características organolépticas de qualidade das águas atrelada à sensibilidade dos organismos vivos que tornam uma água atraente ou não para o consumo. Quando a alteração da temperatura de um corpo hídrico é tão significativa a ponto de alterar a sua qualidade, a mesma passa a ser caracterizada como poluição térmica (PERCEBON, 2005).

Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, viscosidade, tensão superficial, compressibilidade, calor específico, constante de ionização e calor latente de vaporização diminuem, enquanto a condutividade térmica e a pressão de vapor aumentam. Organismos aquáticos possuem limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferida em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo (CETESB, 2009).

2.6.4 - Turbidez

Consiste na difusão e na absorção que a luz sofre ao penetrar na água. Ações antrópicas como desmatamento, despejo de esgoto sanitário, efluentes industriais, agropecuários e mineração, fazem com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água resultando em grandes alterações no ecossistema aquático. Isso ocorre devido à redução da fotossíntese de plantas aquáticas, principalmente do fitoplâncton e das macrófitas submersas, suprimindo a produtividade de peixes e afetando adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional (CESTEB, 2009).

2.6.5 - Sólidos totais

Os sólidos presentes nas águas são divididos por tamanho. Por convenção, os sólidos dissolvidos são classificados como partículas de menor dimensão, capazes de passar por um papel-filtro de porosidade especificada

entre 10^{-6} e 10^{-3} μm . Dos sólidos dissolvidos fazem parte os constituintes da alcalinidade, dureza, cloretos, e também o ferro, o nitrogênio e o fósforo (SPERLING, 2005). A presença de sólidos em grandes concentrações nos ecossistemas aquáticos, pode: sedimentar o leito do curso d'água, provocando a supressão de organismos produtores de alimentos, danificar leitos de desova dos peixes e abrigar resíduos orgânicos e bactérias que promovem a decomposição anaeróbica (CETESB, 2005).

2.6.6 - Série nitrogenada

A presença do nitrogênio na água pode ser de origem natural, como matéria orgânica e inorgânica e chuvas; e antrópica, como esgotos domésticos e industriais.

Por ser um dos elementos mais importantes no metabolismo de ecossistemas aquáticos, o nitrogênio atua como fator limitante na produção primária de ecossistemas, sendo que concentrações elevadas desse nutriente favorecem esta produção. Por isso, é um dos nutrientes responsáveis pelo processo de eutrofização e, conseqüentemente, influencia na quantidade de oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica e clorofila existente no meio, podendo causar a diminuição da biodiversidade existente no local (WETZEL, 2001).

Na biosfera o nitrogênio se altera de várias formas, formando assim um ciclo do qual fazem parte as seguintes variações: nitrogênio orgânico dissolvido em suspensão (N), nitrogênio amoniacal (NH_4^+), nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-) (CETESB 2009). As duas primeiras são formas reduzidas e as duas últimas, oxidadas. Pode-se associar as etapas de degradação da poluição orgânica por meio da relação entre as formas de nitrogênio. Nas zonas de autodepuração natural em rios, distinguem-se as presenças de nitrogênio orgânico na zona de degradação, amoniacal na zona de decomposição ativa, nitrito na zona de recuperação e nitrato na zona de águas limpas. Ou seja, se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecerem o nitrito e o nitrato, denota que as descargas de esgotos se encontram distantes.

Nitrato e o nitrito são considerados contaminantes ambientais de larga expansão nos recursos hídricos, tanto subterrâneos como superficiais, devido ao desenvolvimento e expansão das atividades agrícolas, associadas ao uso de fertilizantes químicos (NETO & KORN, 2006). Quando presente no corpo humano, o NO_3^- pode ser reduzido a NO_2^- através de mecanismos diversos, para, então, causar problemas à saúde humana. Ainda, o NO_2^- pode reagir com o ferro da hemoglobina e gerar uma doença conhecida como metemoglobina (BURAKHAM et al., 2004).

Além do mais, o nitrato é a forma de nitrogênio mais abundante no solo, porém ele é fracamente ligado à matéria orgânica e aos argilominerais do solo, pois esse íon possui uma solubilidade elevada sendo facilmente arrastado pelas águas das chuvas através do fenômeno de lixiviação para os corpos hídricos, podendo causar contaminação das águas de superfície (MEURER, 2004), ou através do percolamento causando contaminação dos lençóis freáticos (RESENDE, 2002).

2.6.7 - Fósforo

O fósforo pode ser proveniente de fontes naturais (presente na composição de rochas, carregado pelo escoamento superficial da água da chuva, material particulado presente na atmosfera e resultante da decomposição de organismos de origem alóctone) e artificiais como esgotos domésticos e industriais, fertilizantes agrícolas e material particulado de origem industrial contido na atmosfera (ESTEVES, 1988; WETZEL, 2001).

O fósforo é um nutriente essencial para os micro-organismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. É também elemento indispensável ao crescimento de algas, e quando em grandes quantidades, pode levar ao processo de eutrofização de um recurso hídrico (RICHTER & AZEVEDO NETTO, 1995). Como consequência há uma alteração das características químicas e físicas do meio, podendo trazer consequências negativas para o ecossistema aquático, como a morte de diversos organismos.

2.6.8 - Cloreto

Os cloretos fazem parte de um grupo de sais que, quando dissolvidos em água, conferem-lhe sabor salino e propriedades laxativas. Elevados teores destes sais podem interferir na coagulação. Os sais são largamente empregados na industrialização de alimentos e nas atividades domésticas de preparo de alimentos, por isto são indicadores de poluição por esgotos domésticos ou industriais (SPERLING, 2005).

2.6.9 - Sulfato

Na natureza, o sulfato apresenta-se como um dos íons mais abundantes. Em águas naturais, a fonte de sulfato ocorre através da dissolução de solos e rochas e pela oxidação de sulfeto. As principais fontes antrópicas de sulfato nas águas superficiais ocorrem através das descargas de esgotos domésticos, (através da degradação de proteínas) e efluentes industriais (efluentes de indústrias de celulose e papel, química e farmacêutica). Em águas tratadas o sulfato é proveniente do emprego de coagulantes como o sulfato de alumínio, sulfato ferroso, sulfato férrico (CETESB, 2009).

As concentrações de sulfato são mais elevadas em zonas oceânicas, diminuindo consideravelmente em áreas costeiras. Essa diminuição ocorre devido ao aporte de águas continentais causando um efeito de diluição (CABRERA, 2005), ao contrário do que ocorre para os outros íons como fosfato e nitrato.

Outro fator responsável por menores concentrações de sulfato em ambientes aquáticos é a redução a sulfetos, principalmente em ambientes anóxicos ou hipóxicos, devido à ação de bactérias redutoras (SASS et al., 2002). Essa redução é acentuada em locais com intenso aporte de matéria orgânica (CHANTON et al., 1987).

2.6.10 - Condutividade elétrica

A condutividade elétrica é função da concentração iônica (ESTEVES, 1998), portanto, configura um parâmetro indicador da presença de íons dissolvidos no corpo de água. Em águas superficiais urbanas densamente poluídas a condutividade é sempre elevada, acima de 195 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}$ devido à

carga de sais advindas principalmente dos esgotos domésticos (BARBOSA & ESPÍNDOLA, 2003).

2.7 - Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PARs)

Até a década de 1970 a ênfase do monitoramento ambiental realizado nos Estados Unidos seguiu a tradição das análises quantitativas. Em meados da década de 1980, os órgãos ambientais perceberam a necessidade de se estabelecer métodos de avaliação qualitativos, devido ao alto custo nas demoradas pesquisas quantitativas (RODRIGUES, 2008).

Em 1986, foram iniciados estudos a respeito da qualidade das águas com a produção de relatórios "Surface Water Monitoring: A Framework for Change" (EPA, 1988), que continha recomendações de reestruturações específicas para a criação de um relatório para programas de monitoramento, que sugeriu a elaboração de um guia de avaliação do meio físico, com baixo custo e capaz de identificar os problemas existentes nos ambientes estudados.

Esses mecanismos foram chamados de protocolos e foram criados para fornecer dados básicos sobre a vida aquática e estrutural das encostas dos rios para fins de avaliação da qualidade ecológica e gerenciamento dos recursos hídricos. Desde então, se tem visto, é um aumento das discussões acerca da importância da utilização de critérios integrados na avaliação da qualidade dos recursos disponíveis em um ambiente pré-determinado (PLAFKIN et al., 1989; RODRIGUES, 2008).

Protocolos para avaliação rápida da integridade ambiental de rios e riachos são amplamente utilizados atualmente, permitindo a obtenção de dados em curto prazo e com custos reduzidos (CORGOSINHO et al., 2004, RODRIGUES & CASTRO, 2008; KRUPEK, 2010). Seu uso como instrumento complementar no monitoramento dos recursos hídricos, exige que indicadores ambientais sejam criteriosamente desenvolvidos para esse fim, os quais devem caracterizar efetivamente as condições dos sistemas lóticos.

Ainda, de acordo com Rodrigues (2008), o PARs pode ser usado para qualificar e quantificar a heterogeneidade de ambientes, bem como, a grande maioria das modificações ocorridas em um ecossistema. Trata-se de uma ferramenta de utilização simples e de fácil compreensão baseando-se na

caracterização ecológica de trechos pré-estabelecidos, sendo possível avaliar os impactos de natureza antrópica e de qualidades químicas, físicas e biológicas.

Tais características foram evidenciadas no trabalho realizado por Dillenburg (2007), que ao aplicar o PARs em seis pontos no rio Sanga Mineira (PR), concluiu, justamente, que o corpo hídrico sofreu influências da ocupação humana, ocasionando alterações na qualidade do ambiente natural.

2.8 - A Agroecologia como alternativa de produção e utilização dos recursos naturais

No decorrer do desenvolvimento histórico e cultural, a espécie humana utilizou os recursos naturais para intensificar e manter padrões de consumo. A visão fragmentada, adotada ao uso dos bens naturais e à ocupação das terras, restringiu o significado da palavra “desenvolvimento” apenas aos ganhos econômicos. Isso fez com que o desenvolvimento da sociedade fosse realizado sob explorações dos recursos naturais. As atividades humanas causaram impactos de acentuada magnitude e ininterrupta duração, em muitos casos alterando de forma irreversível o equilíbrio dinâmico da natureza em escala global, ameaçando a existência dos processos ecológicos de suporte dos seres vivos, essenciais para a sociedade (CHAPPELL et al., 2009). Os sistemas de produção baseados em uma ótica que considera o planeta uma fonte inesgotável de recursos e um reservatório de rejeitos industriais, e práticas que ignoram o impacto ambiental geraram intensa degradação social e ambiental (LEVY, 1997).

De modo geral, os sistemas de produção agrícola e agropecuário, passaram a demandar extensas áreas de cultivo e a exigir cada vez mais o uso de variedades especializadas e altamente produtivas, porém com baixa diversidade genética (ODUM, 1988). Dessa maneira, ocasionam a simplificação dos sistemas de produção com a adoção de práticas de monocultivos em larga escala.

Nesse contexto evolutivo agrícola, o município de Araras (SP), desenvolveu-se, passando por transformações e modificações antrópicas que refletiram problemas de degradação ambiental, sendo a economia da cidade

baseada na agroindústria e agropecuária com predominância do cultivo canavieiro e cítrico. De acordo com Valladares et al. (2008) a cultura da cana-de-açúcar ocupa uma área estimada de 340,36 km², o que representa 52,90% da área total do município, com cultivos de cana crua e cana queimada. A fruticultura ocupa uma área de 120,22 km², o que significa 18,69% da área total do município e é representada principalmente pelo cultivo de cítrus.

Por se tratar de um município onde favorecem características agrícolas, o município de Araras demanda um grande consumo de água, visto o desenvolvimento das espécies agrícolas e também para a sobrevivência do homem no meio urbano.

Justamente, pelo cenário supracitado, em contraposição ao modelo convencional dominante, Bonilla (1992) sugere uma matriz de agricultura ecológica sustentável. Esta alternativa baseia-se na otimização produtiva, com produtividade agrícola moderada, contínua e estável. Voltado para os interesses da coletividade considerando de maneira holística as necessidades alimentares, energéticas e a manutenção da capacidade produtiva dos solos. Isto pressupõe melhoria da quantidade e qualidade da produção agrícola, e, sobretudo, a preservação do sistema produtor e dos recursos naturais.

Nessa perspectiva, a Agroecologia aparece como um modelo de produção alternativo viável, pois também busca a conservação ecológica e o aperfeiçoamento dos ciclos produtivos atendendo a expectativas sociais e ambientais, posto que se baseia nos ciclos naturais e procura restaurar cenários de extrema degradação com o uso da biodiversidade. Os princípios agroecológicos respeitam as características intrínsecas de cada localidade, tratando cada ambiente como único (GLIESSMAN, 1995).

A agroecologia estabelece, através de suas práticas agrícolas, uma elevada biodiversidade em uma complexa teia de relações entre o ambiente físico e os seres que o habitam. É uma proposta de valorização das diversidades tanto no que tange as espécies silvestres e cultivadas nos agroecossistemas, quanto os meios de vida desenvolvidos por agricultores locais (ALTIERI, 1998).

Portanto, como tecnologia social alternativa, o manejo através da ótica agroecológica auxilia na conservação de áreas naturais (IZAC & SANCHEZ,

2001). Assim, a construção do conhecimento agroecológico, levando em conta a dinâmica ambiental e os recursos, deve ser estimulada através do compartilhamento dos saberes (ALTIERI & NICHOLS, 2008).

3 – MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Caracterização do município de Araras – SP

O município de Araras está localizado no sudeste do estado de São Paulo – Brasil e ocupa uma área total de 644,8 km², com coordenadas geográficas em Latitude: 22° 21' 25" S e Longitude: 47° 23' 03" W, distante 152 km da capital. A população local e que utiliza os recursos hídricos perfaz 118 mil habitantes, sendo 6% na zona rural e 94% no perímetro urbano, segundo Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE, 2010).

O relevo regional está representado por uma sucessão de baixas colinas de topos subaplainados, cujas vertentes atingem declives de ordem de 5% e, nos topos, 3%. Em direção ao Norte a topografia torna-se mais ondulada, achando declives de até 20%. Nas planícies aluvianas o relevo é geralmente aplainado ou deprimido, com declives inferiores a 2% (QUINTAS, 2011). Os solos predominantes são: Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho, sendo estes, solos antigos, típicos das regiões equatoriais e tropicais, distribuídos por amplas e antigas superfícies de erosão, ou seja, são solos em avançado estágio de intemperização, em geral, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases (SANTOS et al., 2006; RESENDE et al., 2007)

Estas condições permitiram a ocupação de extensas áreas com atividades agropastoris e o desenvolvimento de importantes núcleos urbanos na região. A vegetação primitiva representada por mata tropical deu lugar a sucessivos ciclos de cultura, sendo atualmente constituída em sua maior parte pela cana-de-açúcar (SILVA et al., 2009).

O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo Cwa mesotérmico com verões quentes e estação seca de inverno, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. A estação seca nessa região ocorre nos meses de abril a setembro, sendo que o total das chuvas no mês mais seco não ultrapassam 30mm. O mês mais chuvoso oscila entre janeiro e fevereiro. (MAGINI & CHAGAS, 2003).

3.2 - O Ribeirão das Araras

O Município de Araras (SP), obtém cerca de 70% da água de abastecimento de duas microbacias: Ribeirão das Araras e Ribeirão Água Boa (ALMEIDA et al., 2006). Composta também por outros ribeirões que escoam de oeste a leste-nordeste, a microbacia do Ribeirão das Araras está totalmente inserida no município (IBGE 1:50.000, Folha Araras-SF23YAI).

Englobando uma área de aproximadamente 400 Km², o Ribeirão das Araras é o principal manancial da Barragem Tambury, o qual contribui com 15% da água de abastecimento, segundo Magini & Chagas (2003). Sendo composta também por outros ribeirões que escoam de oeste para leste-nordeste, a microbacia do Ribeirão das Araras, apresenta um padrão dendrítico, semelhante a “galhos de árvores”. As áreas de mananciais até sua foz que deságua no Rio Mogi-Guaçu, que posteriormente deságua no Rio Pardo, fazem parte da Depressão Periférica, na zona do Médio Tietê.

3.3 - Pontos de avaliação

Tendo em vista a importância da amostragem adequada, a seleção dos pontos amostrais procurou atender a certos fatores práticos que serviram de critérios determinantes, tais como: a acessibilidade ao curso d'água; a distribuição espacial entre os pontos; tempo para transporte do material coletado; segurança da equipe responsável pela coleta; menor custo financeiro e sazonalidade.

Assim, os pontos amostrais foram estabelecidos ao longo do gradiente longitudinal do Ribeirão das Araras, no sentido de montante para jusante,

compreendidos entre áreas rurais (pontos 1, 2 e 6) e áreas urbanas (pontos 3, 4 e 5), conforme a representação esquemática observada na Figura 1.

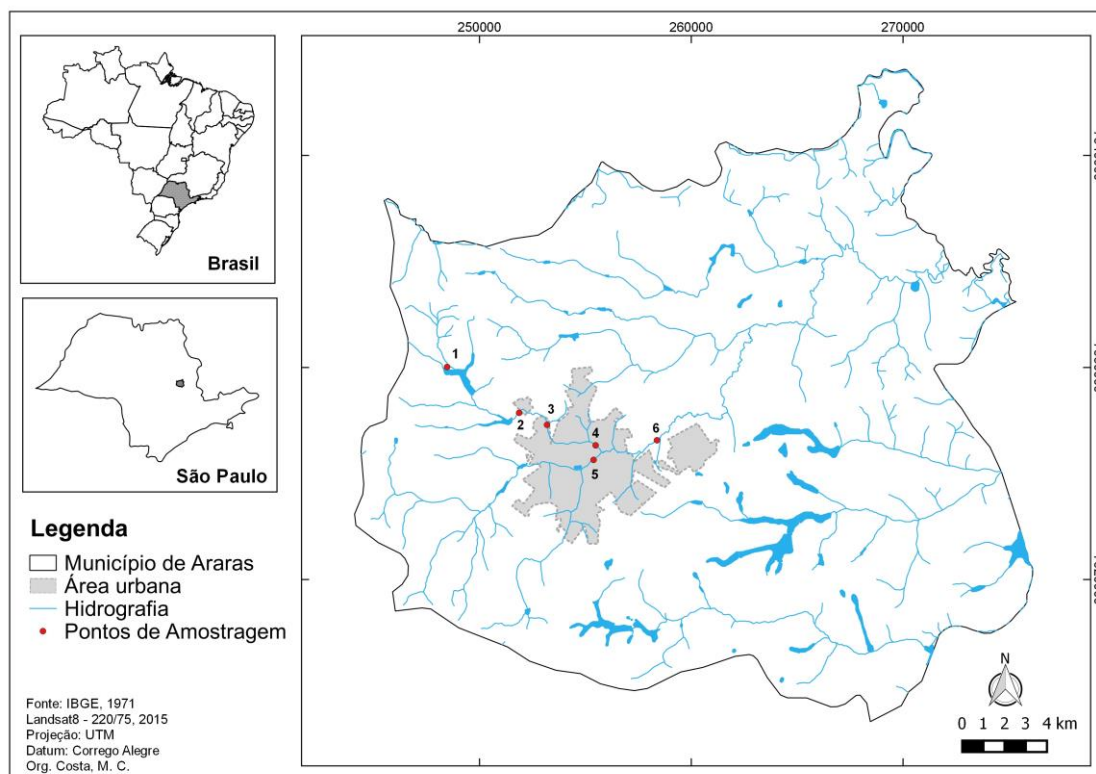


Figura 1. Localização do município de Araras e dos 6 trechos estabelecidos para avaliação na microbacia do Ribeirão das Araras (Araras – SP).

3.3.1 - Ponto 1

Com coordenadas geográficas em 22°19'00.45"S e 47°26'29.64"O, o ponto 1 registrou elevação de 655 m do nível do mar e localização próxima às nascentes. Trecho em zona rural, neste ponto foram observadas condições vegetações ripárias mais preservadas, conforme ilustrado na Figura 2, porém, além destas áreas, permanecem extensas terras monocultivadas com de cana-de-açúcar.



Figura 2. Fotografia do ponto amostral 1, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).
Fonte: do autor (2016).

3.3.2 - Ponto 2

Com coordenadas geográficas em 22°20'12.49"S e 47° 24'32.10"O, o ponto 2 registrou elevação de 631 m. Este trecho está localizado na represa Santa Lúcia onde fica a Estação Elevatória de Água Bruta – Tambury, da companhia de Serviço de Água, Esgoto e Meio Ambiente do município de Araras (SAEMA), sendo este, o único ponto na avaliação que apresenta características de ambiente lântico (Figura 3). Ainda, neste trecho, em uma das margens foram observadas boas condições de preservação da vegetação ripária, já a outra margem (lado da estação) é composta por uma Área de Preservação Permanente (APP), reflorestada, na qual predominam espécies de eucaliptos, isso devido a iniciativa de proteção ambiental do SAEMA.



Figura 3. Fotografia do ponto amostral 2, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).
Fonte: do autor (2016).

3.3.3 - Ponto 3

Primeiro trecho de avaliação localizado em área urbana, o ponto 3 apresenta coordenadas geográficas em 22°20'31.56"S e 47° 23'46.41"O, com elevação de 620 m. Alvo do desmatamento ao longo dos anos, a mata ciliar deste trecho foi implantada através do "Projeto Margem Verde", desta forma, em uma das margens foram observadas, em sua maioria, árvores frutíferas em estágios iniciais de desenvolvimento como: amoreira, goiabeira, jamelão, mangueira, entre outras. Na outra margem do ribeirão (lado oposto à rua), foi possível observar uma maior diversidade de espécies florestais já compostas por árvores de médio e grande porte, conforme visualizado na Figura 4.



Figura 4. Fotografia do ponto amostral 3, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).
Fonte: do autor (2016).

3.3.4 - Ponto 4

Localizado na área urbana, defronte a residências, fábricas e indústrias o ponto 4, apresenta coordenadas geográficas em 22°21'16.54" S e 47° 22'12.89"O, com elevação de 607 m. Neste trecho o ribeirão segue canalizado, com fundo e margens cimentadas. Há pouca vegetação no entorno (Figura 5).



Figura 5. Fotografia do ponto amostral 4, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).
Fonte: do autor (2016).

3.3.5 - Ponto 5

O ponto 5, localiza-se em outro ribeirão, o Ribeirão das Furnas. Motivo pelo qual se deu sua escolha é devido à importância de suas águas, como fonte de abastecimento para o município e ainda, conforme consultado no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras da CETESB (2011), faz-se-á necessário amostrar demais áreas que possivelmente influenciam o corpo hídrico alvo.

Com coordenadas geográficas em 22°21'28.32"S e 47° 22'58.61"O, elevação de 606 m, no ponto 5 foram observadas características típicas de ambiente urbano, diferindo visualmente pouco do ponto anterior. Assim, as características evidentes resultam de fábricas e indústrias muito próximas, canalização, obras de infraestrutura, ausência de vegetação, fundo cimentado, retificação, entre outras (Figura 6).



Figura 6. Fotografia do ponto amostral 5, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).
Fonte: do autor (2016).

3.3.6 - Ponto 6

Trecho em área rural, popularmente conhecido como ponte da estrada de ferro, o ponto 6 apresenta coordenadas geográficas em 22°20'57.85"S, 47° 20'45.46"O e 601 m de elevação. Neste trecho, foram observadas características de uma área desmatada com a vegetação ripária descomposta sobressaindo pela ocupação da leguminosa perene de porte arbustivo a arbóreo: *Leucaena leucocephala* (Figura 7), e no entorno, campos de pastagem.



Figura 7. Fotografia do ponto amostral 6, a qual apresenta as características encontradas em janeiro de 2016 (Araras - SP).
Fonte: do autor (2016).

3.4 - Ferramentas utilizadas

A análise visual se deu com a utilização do PARs. Este protocolo foi desenvolvido por Callisto et al. (2002), e é composto de duas partes: a primeira, adaptada dos protocolos propostos pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA, 1988), procura avaliar as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas (Quadro 2); a segunda parte, adaptada de Hannaford et al. (1997), direciona os parâmetros para avaliar as condições de habitat e níveis de conservação das condições naturais (Quadro 3). O método baseia-se na quantificação de 22 parâmetros e o valor final é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independentemente.

Quadro 2. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats modificado do protocolo da EPA (1988) da cidade de Ohio, por Callisto et al. (2002).

Parâmetros	Pontuação		
	4 pontos	2 pontos	0 pontos
1 - Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/ Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2 - Erosão próxima e ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3 - Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alteração de origem industrial/urbana (fábricas, siderurgias, canalização do curso do rio)
4 - Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5 - Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ Industrial
6 - Oleosidade da água	Ausente	Moderado	Abundante
7 - Transparência da água	Transparente	Turva (cor de chá forte)	Opaca ou colorida
8 - Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ Industrial
9 - Oleosidade de fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10 - Tipo de fundo	Pedras/ cascalho	Lama/ areia	Cimento/ canalizado

Quadro 3. Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats modificado de Hannaford et al. (1997), por Callisto et al. (2002).

Parâmetros	Pontuação
------------	-----------

	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11 - Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados (pedaços de troncos, submersos, cascalhos e estáveis).	30 a 50 % de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30 % de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente, substratos frequentemente modificados.	Menos que 10 % de habitats diversificados; ausência de habitats óbvias; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12 - Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidos; remansos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento o menos do que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento o menos que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13 - Frequências de rápidos	Rápidos relativamente frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não frequentes; distâncias entre remansos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre remansos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água 'lisa' ou com rápidos rasos, pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio > 25. Continua...

Parâmetros	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
14 - Tipos de substrato	Seixos abundantes (principalmente em nascentes de rios).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15 - Deposição de lama	Entre 0 e 25 % do fundo coberto por lama (silte e argila).	Entre 25 e 50 % do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75 % do fundo coberto por lama	Mais de 75 % do fundo coberto por lama.
16 - Depósitos sedimentares	Menos de 5 % do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos. Provavelmente, a correnteza arrasta todo o material fino.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30 % do fundo afetado, suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 e 50 % do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, margens assoreadas; mais de 50 % do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17 - Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente e próximo à construção de pontes; evidência de modificação há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80 % do rio modificado.	Margens cimentadas; acima de 80 % do rio modificado. Continua...

Parâmetros	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
18 - Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente e igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75 % do canal do rio; ou menos de 25 % do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75 % do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos rápidos exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19 - Presença de vegetação ripária.	Acima de 90 % com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas, mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura 'normal'.	Entre 70 e 90 % com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura 'normal'.	Entre 50 e 70 % com vegetação ripária nativa, desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura 'normal'.	Menos de 50 % da vegetação ripária nativa; desflorestamento muito acentuado.
20 - Estabilidade das margens.	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5 % da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30 % da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60 % da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão, frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100 % da margem. Continua...

Parâmetros	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
21 - Extensão da vegetação ripária.	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22 - Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídos no rio, substrato com perifíton	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifíton abundantes e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas

Os valores extremos da pontuação do PARs variam de 0 (avanzado estado de degradação) a 100 pontos (condições prístinas ou sem degradação). As pontuações finais refletem o nível de integridade ambiental ou o de preservação da situação global encontrada nos trechos de bacias sob investigação (RODRIGUES & CASTRO, 2008).

Para compor o monitoramento sazonal do ambiente, em conjunto com a aplicação da ferramenta metodológica PARs, também foram determinadas, utilizando o Ecolkit, algumas variáveis de ordem física e química de qualidade da água, dentre as quais, são diretamente relacionadas com o uso e ocupação do solo na bacia de drenagem, como: pH; OD; Temperatura (T°); Turbidez; NH₃; NO₃; NO₂; N; Fósforo Total (P). Enquanto que: Cloreto; Sulfato; Condutividade Elétrica e; Resíduos totais seguiram determinações por outros métodos de análise.

Produto da empresa Alfakit, o Ecolkit visa atender as especificações da portaria 518/04 do Ministério da Saúde e a Resolução nº 357/05 do CONAMA.

As especificações de leitura do Ecokit para os parâmetros analisados neste trabalho seguem apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros analisados com o Ecokit utilizados no trabalho e suas respectivas leituras mínimas e máximas.

Parâmetro	Leitura mínima e máxima	Unidade
pH	4,5 – 5,0 – 5,5 – 6,0 – 6,5 – 7,0 – 7,5 – 8,0	
OD	0,5 – 1,0 – 3,0 – 5,0 – 6,0 – 7,0 – 8,0 – 9,0	Mg/L O ₂
Temperatura	0° - 72°	°C
Turbidez	50 – 100 – 200	NTU
Amônia	0,0 – 0,10 – 0,25 – 0,50 – 1,0 – 2,0 – 3,0	mg/L NH ₃
Nitrito	0,01 – 0,03 – 0,05 – 0,10 – 0,20 – 0,30 – 0,50	mg/L NO ₃
Nitrato	0,10 – 0,30 – 0,50 – 0,70 – 1,0 – 2,50	mg/L NO ₂
Nitrogênio Total	N-NO ₂ + N-NO ₃ + N-NH ₃	mg/L N
Ortofosfato	0,0 – 0,75 – 1,0 – 1,75 – 2,0 – 2,5 – 3,0	mg/L P ₂ O ₅
Fósforo Total	Multiplicar o resultado de Ortofosfato lido na cartela por 0,3263	mg/L P

Fonte: adaptado do ecokit (2016).

3.5 - Procedimentos de campo, coleta e análise dos dados

A avaliação por meio do PARs foi realizada no dia 25 de novembro de 2015, com tempo bom e céu aberto. Em cada trecho, o PARs foi aplicado por quatro avaliadores previamente treinados. Dos resultados foram calculadas as médias aritméticas, os parâmetros do Quadro 1, que apresentaram pontuações ≤ 2 e os parâmetros do Quadro 2, que apresentaram pontuações $\leq 2,5$ foram classificados como “pontos críticos” (CARVALHO et al., 2014). Desta forma, os resultados foram comparados a uma condição “referência”, a qual apresenta os melhores aspectos do habitat relacionados no protocolo, sendo, posteriormente, expressos em gráficos e classificados de acordo com Callisto et al. (2002), os quais definem três níveis de preservação: o intervalo de 0 a 40 pontos indica trechos impactados; acima de 40 até 60 pontos indica trechos alterados e; superior a 60 pontos indica trechos naturais.

Já a primeira coleta de amostras de água para compor o monitoramento foi realizada antes da aplicação do PARs, onde, após meses sem chover, no dia 24 de agosto de 2015 (período seco), portando o Ecokit (Figura 8) foram mensurados, in loco, os parâmetros: pH, OD, temperatura e turbidez, ainda, em cada ponto, foram coletadas 4 amostras de água superficial, diretamente nos frascos de coleta mergulhados a 15 cm de profundidade. Foram coletadas no total 24 amostras, que acondicionadas em uma caixa térmica com gelo, foram transportadas para o Laboratório de Análises e Simulação Tecnológica (LAST) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus de Araras.



Figura 8. O Ecokit - ferramenta composta por frascos e reagentes para análise de parâmetros de qualidade da água pelo método colorimétrico.
Fonte: do autor (2016).

No LAST, foi dada continuidade nos procedimentos de análise e determinação dos parâmetros, de forma que, ainda com o Ecokit foram determinados os parâmetros: amônia, nitrato, nitrito, nitrogênio total mineral, fósforo total.

Os parâmetros cloreto e sulfato foram determinados pelo método da cromatografia de íons, no cromatógrafo iônico Metrohm 861 Advanced Compact IC. A condutividade elétrica pelo método condutimétrico, no condutímetro Tecnopon, constante da célula $K=0,1$. Já o parâmetro resíduos totais foi mensurado pela análise gravimétrica, perda de peso por secagem a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e utilização dos seguintes equipamentos: estufa, banho-maria e balança analítica. Contudo, os dados dos parâmetros foram submetidos à análise de variância (ANOVA) simples, utilizando como teste de comparações múltiplas o teste de Tukey. O nível de significância adotado foi de 5% e todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R, versão 3.0.1. Os valores máximos permitidos foram baseados na Resolução CONAMA nº 357/2005.

Conforme a metodologia descrita acima, foram seguidos os mesmos procedimentos para as coletas e análises restantes, essas ocorreram em 25 de novembro de 2015 e 17 de janeiro de 2016 (período intermediário de chuvas e período chuvoso, respectivamente). Para escolha dos meses que melhor representassem a amostragem (período seco, intermediário e chuvoso) foi realizada a análise gráfica do índice pluviométrico do município entre os anos de 2010 a 2014 (Figura 9) com dados obtidos do Serviço de Água, Esgoto e Meio Ambiente de Araras (SAEMA) (2015). Assim, com a média aritmética os meses foram determinados (Figura 10).

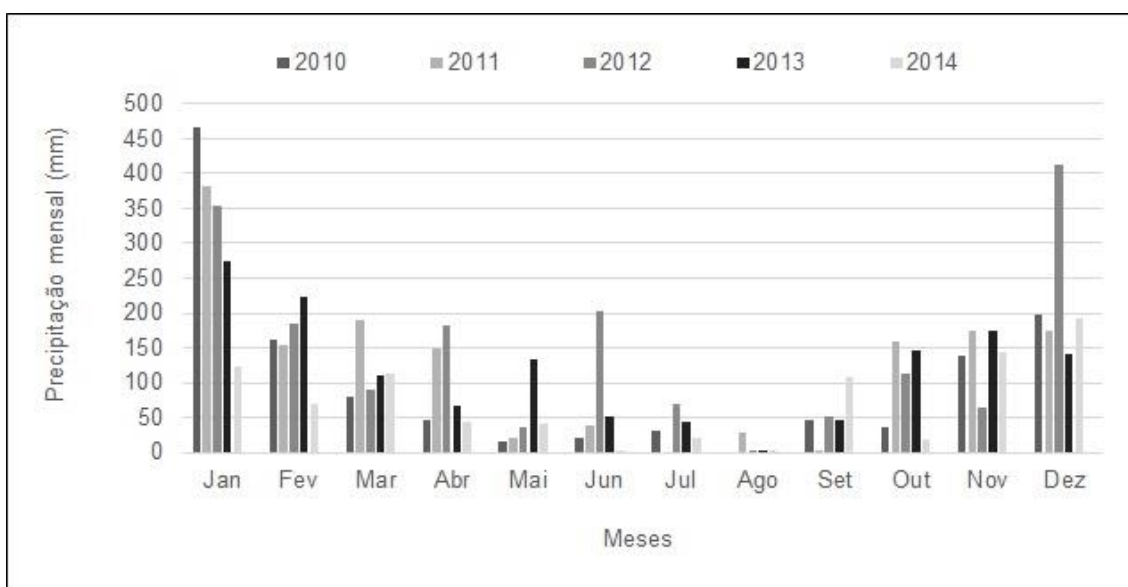


Figura 9. Precipitação mensal ocorrida no município de Araras (SP), entre os anos de 2010 a 2014.

Fonte: do autor, (2015).

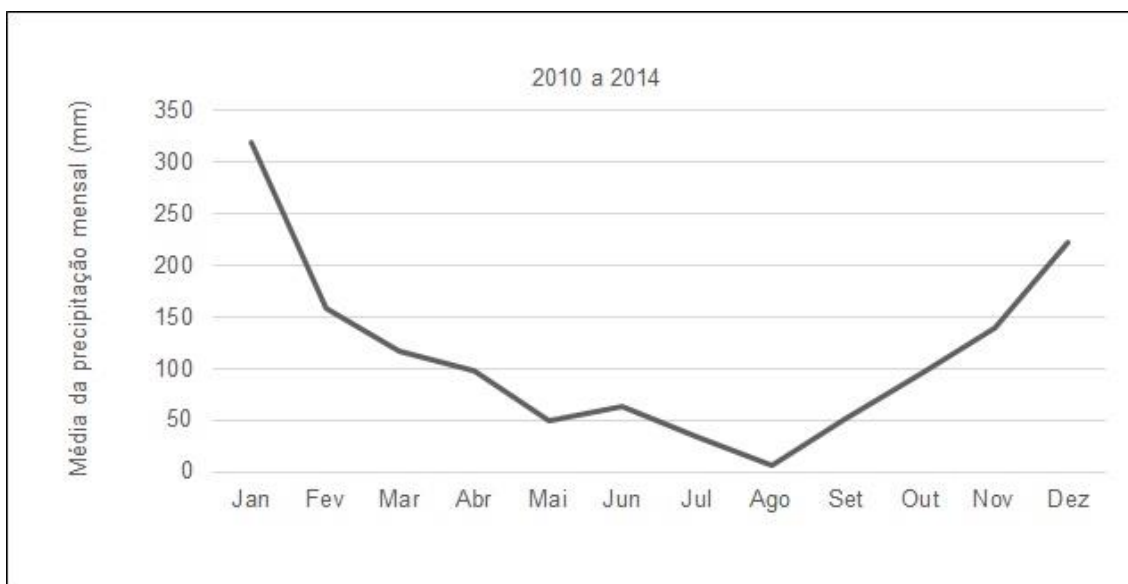


Figura 10. Média aritmética da precipitação mensal ocorrida no município de Araras (SP), entre os anos de 2010 a 2014.

Fonte: do autor, (2015).

Ainda, necessariamente para subsidiar as discussões acerca da sazonalidade climática sobre o ambiente, em cada coleta (24/08/15, 25/09/15 e 19/01/16), foi mensurada a vazão do Ribeirão das Araras em um ponto médio do gradiente amostrado, conforme a metodologia descrita por Hermes et al. (2004). Com isso, foi utilizada uma trena, um objeto flutuador e um cronômetro, sendo a vazão calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$V = \frac{A \times D \times C}{T}$$

Em que:

V = vazão (m³/s).

A = área da seção transversal do rio (m²); sendo: A = largura do rio (m) x profundidade do rio (m).

D = distância usada para medir a velocidade do rio (m).

C = coeficiente de correção: 0,8 para rios com fundo rochoso e 0,9 para rios com fundo lodoso.

T = tempo (s) gasto pelo objeto flutuador para atravessar a distância D.

Em vista das características no ponto médio da secção amostrada, foi determinado utilizar o coeficiente para rios de fundo rochoso (0,8) e como objeto flutuador, uma garrafa de água mineral de 500 ml com água até a metade.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A definição do enquadramento de classe da água, segundo a Resolução CONAMA nº 357/05, é ponto de partida para análise e discussão dos resultados desta pesquisa, pois é conforme a referida resolução que os dados das variáveis físicas e químicas foram comparados. Assim, segundo a legislação, convencionou-se considerar o todo da secção amostrada como classe 2 e ainda, de acordo com Magini & Chagas (2003), os pontos de avaliação escolhidos neste estudo abrangem classificações que variam entre classe 1, classe 2 e classe 3.

As análises da vazão no ponto médio do Ribeirão das Araras resultaram nos valores apresentados pela Tabela 2. Os dados evidenciam o volume de água correspondente aos respectivos períodos sazonais, ou seja, confirmaram que a vazão medida mostrou-se mais elevada no verão chuvoso do que nos outros períodos, conforme esperado. Dessa forma, tais características podem ser melhor interpretadas conforme as Figuras 11, 12, 13, 14, 15 e 16, as quais mostram as situações do volume de água e as condições ambientais encontradas em cada trecho.

Tabela 2. Vazão no ponto médio da secção amostrada do Ribeirão das Araras correspondendo aos períodos sazonais: seco, intermediário e chuvoso.

Data da análise	Período	Vazão (m ³ /s)
24/08/2015	Seco	0,05
25/11/2015	Intermediário	0,33
19/01/2016	Chuvoso	2,37



Figura 11. Ponto 1: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).



Figura 12. Ponto 2: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).



Figura 13. Ponto 3: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).



Figura 14. Ponto 4: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).



Figura 15. Ponto 5: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).



Figura 16. Ponto 6: características do volume de água no período seco (a), intermediário (b) e chuvoso (c).

Os resultados dos parâmetros de qualidade da água indicaram que o pH não sofreu variações significativas entre os pontos e nem por período sazonal amostrado (Tabela 3), ou seja, os valores mantiveram-se próximos à neutralidade e dentro dos limites estabelecidos pela resolução. Entretanto, foi obtida a leitura de 6,3, no ponto 5, no período intermediário de chuvas, a qual sugere indícios de características ácidas na água, porém, ainda sim foi uma leitura considerada normal, pois está dentro dos padrões de qualidade de águas superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho para o parâmetro pH foram encontrados no trabalho desenvolvido por Santos et al. (2014), ao avaliarem as características quali-quantitativas de alguns parâmetros físicos e químicos em águas superficiais e subterrâneas no município de Barreiras – BA, constataram que o pH, nas águas superficiais, sofreu pequenas variações entre 7,6 a 7,9.

Tabela 3. Resultados de todas as análises do parâmetro pH, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

pH

Período	Pontos						Resolução CONAMA nº 357
	1	2	3	4	5	6	
Seco	7,66 ^a	7,12 ^a	7,33 ^a	7,83 ^a	7,33 ^a	7,66 ^a	6,0 - 9,0
Intermediário	7,60 ^a	7,20 ^a	7,36 ^a	7,33 ^b	6,30 ^b	7,40 ^a	
Chuvoso	7,26 ^a	7,10 ^a	7,30 ^a	7,23 ^b	7,23 ^a	7,20 ^a	

Para OD, todos os pontos apresentaram teores considerados normais, nos três períodos de análise, com maiores valores registrados durante a estação das secas (Tabela 4), no entanto, apenas para as coletas do período seco de OD, admite-se que tais valores possam ter sofrido influência da forma com que foram manuseados os materiais do Ecolit no momento das análises. As análises dos outros períodos seguiram as instruções corretamente e cautelosamente, mesmo assim não apresentaram anormalidades nem valores muito divergentes.

Segundo a CETESB (2009), uma adequada provisão de OD é essencial para a manutenção de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e que os níveis de OD também indicam a capacidade de um corpo d'água natural em manter a vida aquática.

Tabela 4. Resultados de todas as análises do parâmetro OD, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

OD							
mg/L O ₂							
Período	Pontos						Resolução CONAMA nº 357
	1	2	3	4	5	6	
Seco	8,66 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a	Não inferior a 5 mg/L O ₂
Intermediário	8,33 ^a	8,33 ^a	6,66 ^b	7,33 ^b	8,33 ^a	7,66 ^b	
Chuvoso	8,66 ^a	8,00 ^a	7,16 ^b	7,66 ^b	8,33 ^a	6,66 ^c	

A temperatura apresentou diferença significativa entre os períodos apenas no ponto 1, sendo mais elevada no chuvoso (verão) e seguiu aumentando em direção à foz (Tabela 5). Possivelmente, porque as coletas

eram iniciadas às 07 horas da manhã, sempre pelo ponto 1 e terminavam por volta das 13 horas no ponto 6. Segundo Oliveira et al. (2009), corpos de água naturais apresentam variações de temperaturas sazonais devido ao regime climático normal, ou seja, as leituras registradas neste trabalho estão conforme esperado.

Tabela 5. Resultados de todas as análises do parâmetro temperatura.

Temperatura							Resolução CONAMA nº 357
°C							
Período	Pontos						-----
	1	2	3	4	5	6	
Seco	15,1 ^c	22,1 ^a	19,83 ^a	24,86 ^a	22,30 ^b	25,23 ^b	-----
Intermediário	19,6 ^b	24,1 ^a	22,50 ^a	23,13 ^b	25,10 ^a	23,80 ^{ab}	
Chuvoso	21,0 ^a	24,1 ^a	24,33 ^a	24,96 ^a	25,03 ^a	25,56 ^a	

A Resolução CONAMA nº 357/05, estabelece o valor máximo permitido até 100 unidades nefelométrica de turbidez para ambientes de água doce classe 2 e 3. De acordo com a Tabela 6, os resultados de turbidez no Ribeirão das Araras apontaram para uma condição que está dentro do limite, exceto, no período intermediário do ponto 5 que registrou 166,66 NTU.

Tabela 6. Resultados de todas as análises do parâmetro turbidez, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Turbidez							Resolução CONAMA 357
NTU							
Período	Pontos						Até 100 UNT
	1	2	3	4	5	6	
Seco	66,66 ^a	66,66 ^a	66,66 ^a	66,66 ^a	50,00 ^b	83,33 ^a	Até 100 UNT
Interm.	83,33 ^a	50,00 ^a	83,33 ^a	66,66 ^a	166,66 ^a	50,00 ^a	
Chuvoso	30,05 ^a	39,40 ^a	37,65 ^a	38,75 ^a	36,20 ^b	55,50 ^a	

Tal condição pode ser explicada pelo arraste de solo das margens, pois foi constatada a realização de obras de infraestrutura (retificação e canalização) no Ribeirão das Furnas no momento da análise in situ (Figura 17), e conforme colocado por Medeiros et al. (2009), a turbidez é dada pela quantidade de particulado em suspensão.



Figura 17. Obras de retificação e canalização, retirada de solo e árvores são algumas das ações antrópicas acometidas no Ribeirão das Furnas.

As diversas ações antrópicas fazem com que o escoamento superficial aumente a turbidez da água resultando em grandes alterações no ecossistema aquático. Isso ocorre devido à redução da fotossíntese de plantas aquáticas, principalmente do fitoplâncton e das macrófitas submersas, suprimindo a produtividade de peixes e afetando adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional das águas superficiais (CETESB, 2009).

Os resultados de NH_3 não ultrapassaram o limite estabelecido pela legislação. Independentemente do período analisado, no ponto 1 foram registrados os menores valores, os quais denotam pela ocorrência da mata

ciliar preservada. Já os maiores valores foram registrados no ponto 5 (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados de todas as análises do parâmetro amônia, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Amônia							Resolução CONAMA 357
mg/L NH ₃							
Período	Pontos						
	1	2	3	4	5	6	
Seco	0,00 ^b	0,10 ^a	2,66 ^a	2,66 ^a	2,00 ^b	1,66 ^a	3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5
Intermediário	0,10 ^a	0,15 ^a	0,50 ^b	1,00 ^b	3,00 ^a	1,66 ^a	
Chuvoso	0,03 ^{ab}	0,06 ^a	0,15 ^b	1,00 ^b	2,66 ^{ab}	1,00 ^a	

Por se tratar de valores que estão próximos do limite estabelecido é cabível sugerir que há, no ponto 5, alguma fonte de poluição mediante o lançamento de esgotos domésticos. Segundo Moura et al. (2010), ocorrências de amônia estão ligadas principalmente a matéria orgânica e nutrientes oriundos de lançamento de esgotos e resíduos sólidos diretamente no manancial.

Desta forma, ao observar a ocupação do solo no ponto 5, nota-se uma proximidade muito grande de fábricas e indústrias das margens do ribeirão. Ao estudarem as condições ambientais em alguns pontos do Ribeirão das Furnas, Almeida et al., (2006) concluíram, de maneira semelhante aqui apresentada, que os valores de nitrogênio amoniacal indicam que há contaminação das águas por matéria orgânica, embora os valores estejam dentro dos estabelecidos pela legislação.

Os valores de nitrato e nitrito apresentaram similaridade e encontram-se dentro do limite estabelecido pela resolução. As maiores concentrações foram registradas no ponto 5, exceto, pelo período intermediário do ponto 4,

que registrou a maior média em ambos parâmetros (Tabelas 8 e 9). Entre os períodos, houve diferença significativa apenas no ponto 6, de modo que as menores concentrações foram encontradas no período seco e as maiores no período intermediário de chuvas.

Tabela 8. Resultados de todas as análises do parâmetro nitrato, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Nitrato							Resolução CONAMA 357
mg/L NO ₃							
Período	Pontos						Máx. 10,0 mg/L N
	1	2	3	4	5	6	
Seco	0,16 ^a	0,10 ^a	0,36 ^b	0,43 ^b	1,70 ^a	0,30 ^c	
Intermediário	0,36 ^a	0,10 ^a	0,63 ^a	2,50 ^a	0,90 ^a	1,00 ^a	
Chuvoso	0,16 ^a	0,16 ^a	0,16 ^c	0,50 ^b	1,00 ^a	0,70 ^b	

Tabela 9. Resultados de todas as análises do parâmetro nitrito, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Nitrito							Resolução CONAMA 357
mg/L NO ₂							
Período	Pontos						Máx. 1,0 mg/L N
	1	2	3	4	5	6	
Seco	0,01 ^a	0,03 ^b	0,03 ^a	0,05 ^b	0,30 ^a	0,03 ^c	
Intermediário	0,01 ^a	0,01 ^b	0,03 ^a	0,36 ^b	0,30 ^a	0,20 ^a	
Chuvoso	0,01 ^a	0,01 ^a	0,03 ^a	0,05 ^a	0,10 ^b	0,08 ^b	

Outra observação com relação aos teores de NO₃ e NO₂, é que as concentrações seguiram aumentado gradativamente até o ponto 5 (excluindo-se o período intermediário do ponto 4) e diminuiram no ponto 6. A explicação para tal fato pode estar relacionada com a presença e preservação da mata ciliar, pois, foi inversamente proporcional, ou seja, as melhores características da vegetação ciliar foram encontradas no ponto 1, diminuindo gradativamente até o ponto 5 e voltando a melhorar no ponto 6. Situações parecidas foram indicadas no trabalho de Marmontel & Rodrigues (2015), e segundo Resende

(2002), tais elementos são utilizados em mecanismos bioquímicos de solos e plantas, e em processos de desnitrificação.

O parâmetro nitrogênio total diferiu estatisticamente em todos os períodos, as maiores as concentrações foram advindas do período intermediário de chuvas (Tabela 10). O ponto 5 teve destaque por apresentar as maiores concentrações em todos os períodos analisados, sugerindo assim, possível contaminação por esgotos domésticos, visto que estes constituem em geral a principal fonte.

Não há na legislação um padrão previsto para essa variável. As formas orgânicas de nitrogênio nos ecossistemas aquáticos ocorrem pela assimilação do nitrogênio inorgânico e conseqüente incorporação por algas e bactérias. Sua origem pode ser natural (água da chuva, material orgânico e inorgânico de origem alóctone e a fixação de nitrogênio molecular) ou artificial sendo proveniente, principalmente, de efluentes domésticos, industriais e agrícolas (WETZEL, 2001).

Tabela 10. Resultados de todas as análises do parâmetro nitrogênio total.

Nitrogênio Total							Resolução CONAMA 357
mg/L N							
Período	Pontos						
	1	2	3	4	5	6	
Seco	0,16 ^b	0,11 ^b	3,12 ^a	2,95 ^a	3,76 ^b	1,83 ^b	-----
Intermediário	0,51 ^a	0,30 ^a	1,14 ^b	2,87 ^b	4,15 ^a	3,20 ^a	
Chuvoso	0,13 ^c	0,09 ^c	0,21 ^c	0,76 ^c	3,35 ^c	1,53 ^c	

Ainda, de acordo com a Tabela 13, é possível considerar que o Ribeirão das Araras apresenta boa capacidade de autodepuração, em conseqüência da redução significativa nos teores de N total do ponto 4 e 5 para o ponto 6. De acordo com Sperling (2005), o fenômeno da autodepuração está vinculado ao restabelecimento do equilíbrio no meio aquático, por mecanismos essencialmente naturais, após as alterações induzidas pelos despejos afluentes.

Para o parâmetro fósforo, no que diz respeito ao limite máximo permitido pela legislação, foram encontradas situações preocupantes. Em vários pontos registraram valores acima do limite estabelecido, principalmente no período seco (Figura 11). Situação semelhante a esta foi constatada no trabalho de Fia et al. (2015), que ao analisar a qualidade da água em um ecossistema urbano, obteve valores de fósforo acima do estabelecido pela legislação e com as maiores concentrações registradas no período de seca. Resultados similares também foram encontrados por Buzelli & Cunha-Santino (2013).

Os pontos 4, 5 e 6 registraram as maiores concentrações, essa condição pressupõe que há alguma contribuição de esgoto doméstico urbano, pois as regiões no entorno dos pontos 4 e 5 são bastante urbanizadas, com inúmeras fábricas, indústrias, comércios e residências.

Tabela 11. Resultados de todas as análises do parâmetro fósforo, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Fósforo							Resolução CONAMA 357
mg/L P							
Período	Pontos						
	1	2	3	4	5	6	
Seco	0,24 ^a	0,24 ^a	0	0,57 ^a	0,24 ^c	0,65 ^a	Máx. 0,1 mg/L P
Intermediário	0,00 ^b	0,08 ^b	0	0,15 ^c	0,67 ^a	0,20 ^c	
Chuvoso	0,00 ^b	0,00 ^c	0	0,24 ^b	0,31 ^b	0,31 ^b	

O cloreto é um dos ânions mais comum de ser encontrado e está presente nas águas naturais. Entre as suas principais funções, está à troca e o transporte de outros íons para os meios intra e extracelulares, e no meio aquático, estes íons dificilmente atuam como fatores limitantes (ESTEVES, 1998). A amplitude de variação dos valores de cloreto foi de 0,16 (ponto 1) a 2,29 mg/L (ponto 5), sendo que no período seco encontram-se as maiores médias (Figura 12). O ponto 5 foi o que resultou nas maiores concentrações, no entanto, esses valores estão dentro do permitido conforme a resolução comparada e são considerados baixos para águas superficiais.

Tabela 12. Resultados de todas as análises do parâmetro cloreto, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Cloreto							
Ppm							
Período	Pontos						Resolução CONAMA 357
	1	2	3	4	5	6	
Seco	0,16 ^c	1,08 ^c	1,36 ^a	1,28 ^a	1,57 ^c	1,55 ^a	Máx. 250 mg/L Cl
Intermediário	0,47 ^a	1,36 ^a	1,12 ^b	1,03 ^c	2,29 ^a	1,39 ^b	
Chuvoso	0,25 ^b	1,28 ^b	1,14 ^b	1,16 ^b	1,86 ^b	1,39 ^b	

O parâmetro sulfato diferiu significativamente em todos os períodos de coleta, chegando a concentração de 4,05 mg/L no ponto 5 (Figura 13). Esses valores são considerados normais, dentro do estabelecido, entretanto, mais uma vez, no ponto do Ribeirão das Furnas (ponto 5) foram encontradas as maiores médias indicando possivelmente a descarga de esgotos e ou efluentes industriais.

Tabela 13. Resultados de todas as análises do parâmetro sulfato, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Sulfato							
ppm							
Período	Pontos						Resolução CONAMA 357
	1	2	3	4	5	6	
Seco	0,06 ^c	0,32 ^c	0,42 ^a	0,64 ^a	0,61 ^c	0,51 ^c	Máx. 250 mg/L SO ₄
Intermediário	0,52 ^a	0,35 ^a	0,37 ^c	0,60 ^b	4,05 ^a	1,04 ^b	
Chuvoso	0,47 ^b	0,33 ^b	0,41 ^b	0,61 ^b	3,14 ^b	1,35 ^a	

A condutividade elétrica apresentada na Tabela 14, variou entre 15,71 uS/cm¹ no período seco do ponto 1 a 491 uS/cm¹ no período intermediário do ponto 5, sendo que no período intermediário também foram registradas as maiores médias para o restante dos pontos. Uma das considerações cabíveis para tal fato pode ser associada as influências das atividades antrópicas, como as obras de retificação nas margens do ribeirão, as quais refletem maior

exposição dos solos à lixiviação devido à retirada de mata ciliar e ao lançamento de efluentes domésticos nestes locais.

De acordo com Pedrosa & Caetano (2002) há uma relação de proporcionalidade entre o teor de sais dissolvidos e a condutividade elétrica. Já a CETESB (2005) coloca que a condutividade aumenta de acordo com a temperatura. Assim, tanto os valores da temperatura como os valores de sulfato e cloreto no ponto 5 corroboraram com os resultados apresentados pela condutividade no mesmo ponto.

Condutividade elétrica não tem definições pela resolução aqui comparada, no entanto, conforme a CETESB (2009) valores acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ já apresentam características de ambientes impactados.

Tabela 14. Resultados de todas as análises do parâmetro condutividade elétrica.

Condutividade Elétrica						
uS/cm ⁻¹ à 25°C						
	Pontos					
Período	1	2	3	4	5	6
Seco	15,91 ^c	15,71 ^c	42,34 ^c	61,67 ^c	34,10 ^c	68,88 ^c
Intermediário	125,00 ^a	145,45 ^a	195,50 ^a	192,25 ^a	491,00 ^a	291,50 ^a
Chuvoso	101,39 ^b	86,85 ^b	98,15 ^b	108,05 ^b	145,50 ^b	124,70 ^b

O resíduo sólido é um material heterogêneo e os que aparecem em maior quantidade são: restos de alimentos, papéis, vidros, metais, plásticos e outros (madeira, couro, tecidos, etc.). Neste trabalho, o parâmetro supracitado não apresentou resultado significativo, nem mesmo para o período de chuvas, que contrariamente ao esperado apresentou menores teores com exceção no ponto 5 (Tabela 15). Assim, os resultados dos resíduos totais estão dentro do limite estabelecido.

Tabela 15. Resultados de todas as análises do parâmetro resíduos totais, comparados com os valores estabelecidos pela legislação vigente.

Resíduos Totais	
mg/L	
	Pontos
	Resolução

Período	1	2	3	4	5	6	CONAMA 357
Seco	0,01 ^b	0,01 ^a	0,02 ^b	0,04 ^a	0,02 ^b	0,03 ^a	Até 500 mg/L
Intermediário	0,03 ^a	0,01 ^a	0,04 ^a	0,02 ^b	0,04 ^a	0,02 ^b	
Chuvoso	0,01 ^b	0,01 ^a	0,01 ^c	0,01 ^c	0,04 ^a	0,02 ^b	

As Tabelas 16, 17 e 18, apresentam os resultados dos parâmetros físicos e químicos, de modo que, comparam estatisticamente os valores entre os pontos amostrados, no devido período sazonal. Dessa forma, os parâmetros que mostraram homogeneidade e normalidade ao nível de 5% de significância foram: pH, OD, temperatura, turbidez, amônia, nitrato, nitrito e resíduos totais. Já os parâmetros que diferiram estatisticamente foram: nitrogênio total, cloreto e sulfato. Por fim, condutividade elétrica apresentou diferença entre os pontos no período seco e chuvoso e o parâmetro fósforo apenas no período intermediário.

No geral, apenas fósforo, nos pontos 4, 5 e 6, apresentou desconformidade com a legislação comparada, independentemente do período analisado, salvo pela turbidez (166,6 NTU) do ponto 5 no período intermediário. Condutividade elétrica apresentou altos índices (195 uS/cm⁻¹, 291 uS/cm⁻¹, 491 uS/cm⁻¹), caracterizando impactos ambientais segundo a CETESB (2009). Ainda, conforme as Tabelas 16, 17 e 18 é possível afirmar que os pontos 4 e 5 apresentaram, em sua maioria, os piores valores, juntamente com o ponto 6, visto que este último é atribuído a característica de autodepuração, pois os valores tenderam melhorias. Entretanto, para ter certeza sobre tal característica, far-se-á necessário novos estudos que abordem outros pontos após o ponto 6.

Tabela 16. Resultados dos parâmetros de qualidade da água em cada ponto amostral no período seco.

Período Seco							
Parâmetros	Unidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
pH		7,66 ^a	7,12 ^a	7,33 ^a	7,83 ^a	7,33 ^a	7,66 ^a
OD	Mg/L O ₂	8,66 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a	9,00 ^a

Parâmetros	Unidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Temperatura	°C	15,1 ^c	22,1 ^{ab}	19,8 ^b	24,9 ^a	22,3 ^{ab}	23,2 ^{ab}
Turbidez	NTU	66,66 ^a	66,66 ^a	66,66 ^a	66,66 ^a	50,00 ^a	83,33 ^a
Amônia	mg/L NH ₃	0,0 ^b	0,1 ^b	2,6 ^a	2,6 ^a	2,0 ^a	1,6 ^a
Nitrato	mg/L NO ₃	0,16 ^a	0,10 ^a	0,36 ^a	0,43 ^a	1,70 ^a	0,30 ^a
Nitrito	mg/L NO ₂	0,01 ^d	0,01 ^d	0,03 ^c	0,05 ^b	0,30 ^a	0,03 ^c
Nitrogênio Total	mg/L N	0,16 ^e	0,11 ^f	3,13 ^b	2,95 ^c	3,76 ^a	1,83 ^d
Fósforo	mg/L P	0,25 ^c	0,25 ^c	0,00 ^d	0,57 ^b	0,25 ^c	0,65 ^a
Cloreto	ppm	0,16 ^f	1,08 ^e	1,36 ^c	1,28 ^d	2,29 ^a	1,55 ^b
Sulfato	ppm	0,06 ^f	0,32 ^e	0,42 ^d	0,64 ^a	0,61 ^b	0,51 ^c
Condutividade Elétrica	uS/cm ² à 25°C	15,91 ^e	15,71 ^e	42,35 ^c	61,67 ^b	34,10 ^d	68,88 ^a
Resíduos Totais	mg/L	0,01 ^c	0,01 ^c	0,02 ^b	0,02 ^b	0,04 ^a	0,03 ^{ab}

Tabela 17. Resultados dos parâmetros de qualidade da água em cada ponto amostral no período intermediário de chuvas.

Período Intermediário							
Parâmetros	Unidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
pH		7,6 ^a	7,2 ^a	7,3 ^a	7,3 ^a	6,3 ^b	7,4 ^a
OD	Mg/L O ₂	8,3 ^a	8,3 ^a	6,6 ^b	7,3 ^{ab}	8,3 ^a	7,6 ^{ab}
Temperatura	°C	19,6 ^d	24,1 ^{ab}	22,5 ^c	23,1 ^{bc}	25,1 ^a	23,8 ^{abc}
Turbidez	NTU	83,33 ^b	50,00 ^b	83,33 ^b	66,66 ^b	166,66 ^a	50,00 ^b
Amônia	mg/L NH ₃	0,1 ^d	0,1 ^d	0,5 ^{cd}	1,0 ^c	3,0 ^a	1,6 ^b
Nitrato	mg/L NO ₃	0,36 ^d	0,10 ^e	0,63 ^c	2,50 ^a	0,90 ^b	1,00 ^b
Nitrito	mg/L NO ₂	0,01 ^c	0,01 ^c	0,03 ^c	0,36 ^a	0,30 ^{ab}	0,20 ^b

Parâmetros	Unidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Nitrogênio Total	mg/L N	0,51 ^e	0,30 ^f	1,14 ^d	2,87 ^c	4,15 ^a	3,20 ^d
Fósforo	mg/L P	0,00 ^e	0,08 ^d	0,00 ^e	0,15 ^c	0,67 ^a	0,20 ^b
Cloreto	ppm	0,47 ^f	1,36 ^c	1,12 ^d	1,03 ^e	1,57 ^a	1,36 ^b
Sulfato	ppm	0,52 ^d	0,37 ^e	0,35 ^f	0,60 ^c	4,05 ^a	1,04 ^b
Condutividade Elétrica	uS/cm ² à 25°C	125,00 ^d	145,45 ^d	195,50 ^c	192,25 ^c	491,00 ^a	291,50 ^b
Resíduos Totais	mg/L	0,03 ^b	0,01 ^d	0,04 ^a	0,02 ^c	0,04 ^a	0,02 ^c

Tabela 18. Resultados dos parâmetros de qualidade da água em cada ponto amostral no período chuvoso.

Período Chuvoso							
Parâmetros	Unidade	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
pH		7,26 ^a	7,10 ^b	7,30 ^a	7,23 ^{ab}	7,23 ^{ab}	7,20 ^{ab}
OD	Mg/L O ₂	8,60 ^a	8,00 ^a	7,16 ^a	7,66 ^a	8,33 ^a	6,66 ^a
Temperatura	°C	21,0 ^d	24,1 ^c	24,3 ^{bc}	24,9 ^{ab}	25,0 ^a	25,5 ^a
Turbidez	NTU	30,05 ^d	39,40 ^b	37,65 ^{bc}	38,75 ^b	36,20 ^c	55,05 ^a
Amônia	mg/L NH ₃	0,03 ^b	0,06 ^b	0,15 ^b	1,00 ^b	2,67 ^a	1,00 ^b
Nitrato	mg/L NO ₃	0,16 ^c	0,16 ^c	0,16 ^c	0,50 ^b	1,00 ^a	0,70 ^b
Nitrito	mg/L NO ₂	0,01 ^d	0,03 ^{cd}	0,03 ^{cd}	0,05 ^{bc}	0,10 ^a	0,08 ^{ab}
Nitrogênio Total	mg/L N	0,13 ^e	0,08 ^f	0,21 ^d	0,76 ^c	3,35 ^a	1,53 ^b
Fósforo	mg/L P	0,00 ^c	0,00 ^c	0,00 ^c	0,24 ^b	0,32 ^a	0,32 ^a
Cloreto	ppm	0,25 ^e	1,28 ^c	1,14 ^d	1,16 ^d	1,86 ^a	1,39 ^b
Sulfato	ppm	0,47 ^d	0,33 ^e	0,41 ^f	0,61 ^c	3,14 ^a	1,35 ^b
Condutividade Elétrica	uS/cm ² à 25°C	101,39 ^d	86,85 ^e	98,15 ^d	108,05 ^c	145,5 ^a	124,7 ^b
Resíduos Totais	mg/L	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^b	0,02 ^a

Já aplicação do PARs na microbacia do Ribeirão das Araras (todo o gradiente longitudinal amostrado) resultou no valor médio final de 48,6 pontos, classificando o ambiente como “alterado” (Figura 18). Tal situação determinada pelo protocolo evidencia as precárias condições ambientais em que se

encontra o ribeirão, diferentemente do que seria ideal (Figura 18), baseado em valores obtidos de locais minimamente perturbados, tomados como “referência” (Plafkin et al., 1989), e que partem da premissa de que os cursos d’água pouco afetados pela ação humana exibem condições ambientais mais favoráveis (Minatti-Ferreira & Beaumord, 2004).

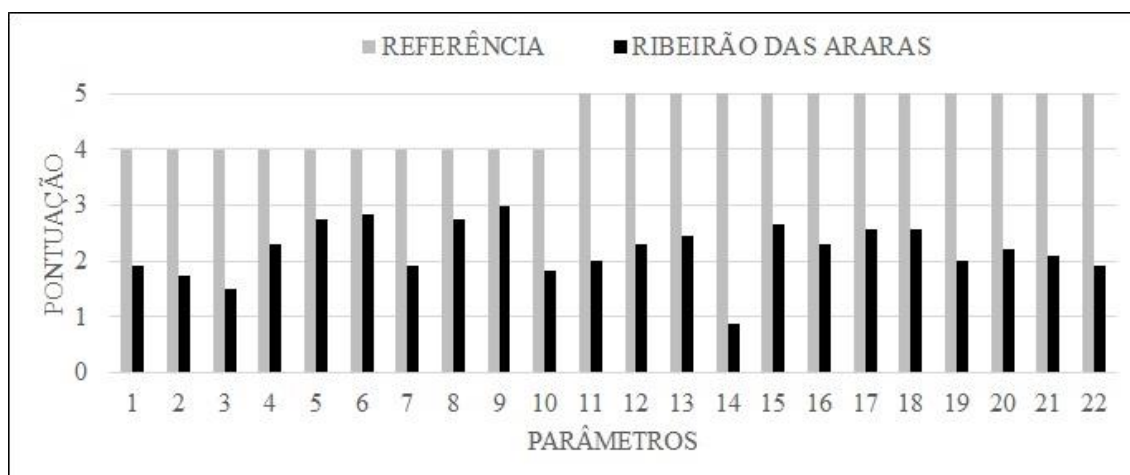


Figura 18. Pontuação de um ambiente tido como referência e pontuação real do Ribeirão das Araras, segundo a classificação do PARs.

No total, treze (13) dos vinte e dois parâmetros avaliados obtiveram médias ruins, sendo assim, foram classificados como pontos críticos. Na avaliação do primeiro quadro do PARs, que aborda questões relativas as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas, os parâmetros que tiveram notas abaixo do esperado foram: 1 - Tipo de ocupação das margens do corpo d’água; 2 - Erosão próxima e ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito; 3 - Alterações antrópicas; 7 - Transparência da água e; 10 - Tipo de fundo. Desse modo, apenas com os resultados dos parâmetros citados anteriormente, foi possível extrair informações que sugerem que o ambiente natural vem sofrendo com interferências negativas das atividades antrópicas.

Já no segundo quadro, que trata questões para avaliar as condições de habitat e níveis de conservação das condições naturais, as notas mais baixas foram registradas nos parâmetros: 11 - Tipos de fundo e; 14 - Tipos de substrato. De acordo com Callisto et al. (2002), tais parâmetros são representados por troncos, rochas e outras formas estáveis de habitat ao longo do rio, ou seja, rios com habitats diversificados são fundamentais para a

manutenção dos organismos aquáticos, porém, quando os substratos são frequentemente modificados a possibilidade de habitats saudáveis diminui. Outros parâmetros como: 12 - Extensão de rápidos; 16 - Depósitos sedimentares; 19 - Presença de vegetação ripária; 20 - Estabilidade das margens; 21 - Extensão da vegetação ripária e; 22 - Presença de plantas aquáticas, também apresentaram notas abaixo da média.

Entretanto, quando analisados separadamente por pontos, os resultados apresentaram-se de maneira distinta (Tabela 19), de modo que somente o ponto 1 (79,25 pontos) foi classificado como trecho em estado de conservação “natural” (Figura 19), uma vez que, localizado na área rural e próximo a nascente, neste ponto foram observadas as melhores condições de preservação entre os ambientes amostrados, como por exemplo, a ocupação diversificada (acima de 70%) da vegetação ciliar no entorno, bom aporte de serapilheira, presença de pequenos peixes e microclima agradável. Já os pontos 2 (53 pontos), 3 (50,5 pontos) e 6 (50,25 pontos), foram classificados como “alterados”, e os trechos com as situações mais agravantes, considerados como “impactados”, foram os pontos, 4 e 5 (30 e 29 pontos, respectivamente).

Tabela 19. Resultados do PARs em cada ponto amostrado.

Ponto	Pontuação	Situação Ambiental
Ponto 1	79,25	Natural
Ponto 2	53	Alterado
Ponto 3	50,5	Alterado
Ponto 4	30	Impactado
Ponto 5	29	Impactado
Ponto 6	50,25	Alterado

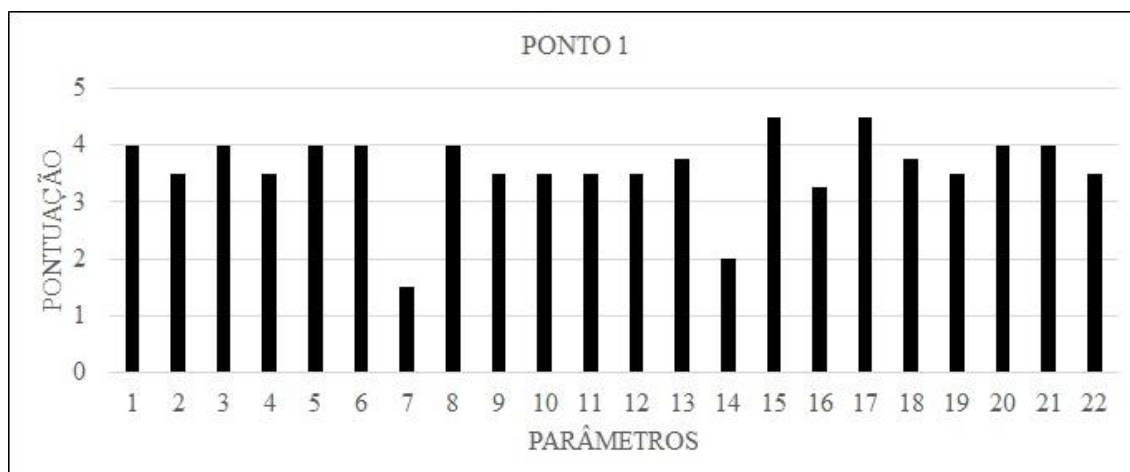


Figura 19. Resultado de cada parâmetro no ponto 1, segundo a aplicação do PARs.

De acordo com a Figura 20, no ponto 2, os parâmetros classificados com a maior criticidade ambiental foram: 12 - Extensão de rápidos e; 13 - Frequências de rápidos. Leva-se em conta que o ponto 2 está localizado em um ambiente lântico, e justamente em ambientes assim a frequência de rápidos é quase inexistente, pois a característica fundamental desse ambiente é a água parada. De forma esclarecedora Barbour et al., (1999) colocam, no que diz respeito à “frequência de rápidos”, que enquanto variável geomorfológica é indicativa de alta qualidade do habitat e da diversidade faunística. Nas cabeceiras, as corredeiras são usualmente contínuas e a presença de cachoeiras ou seixos rolados proporcionam a baixa sinuosidade do canal e realçam a estrutura do corpo hídrico (RODRIGUES & CASTRO, 2008). A detecção de alterações na frequência de rápidos e das corredeiras em um determinado rio pode ser indicativa de acidentes geomorfológicos ao longo da microbacia estudada.

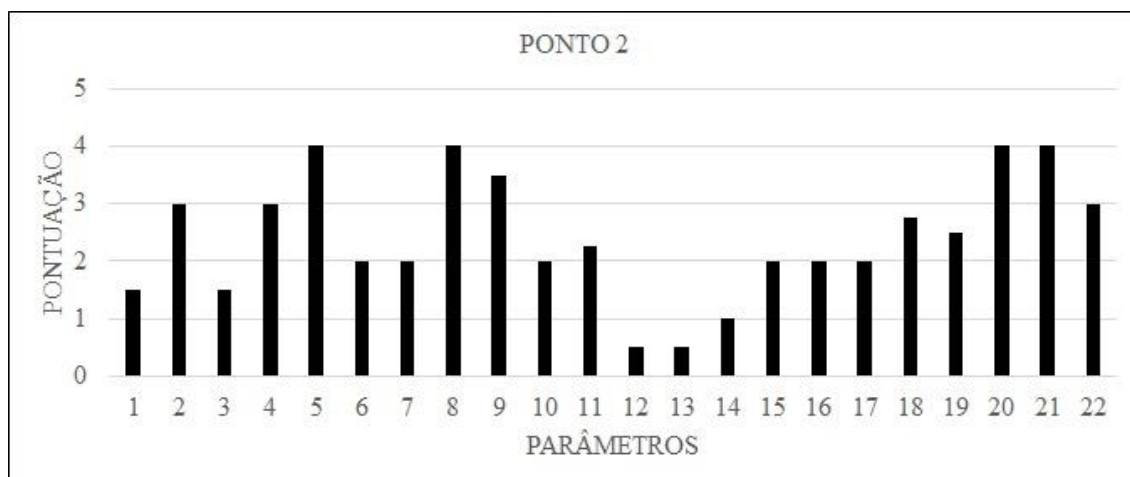


Figura 20. Resultado de cada parâmetro no ponto 2, segundo a aplicação do PARs.

Primeiro ponto da avaliação localizado na zona urbanizada, o ponto 3, apresentou oito parâmetros com pontuações abaixo do esperado (Figura 21), no entanto, cabe sobressair os parâmetros que obtiveram as maiores notas na avaliação, como: 1 - Tipo de ocupação das margens do corpo d'água; 6 - Oleosidade da água; 9 - Oleosidade do fundo; 17 - Alterações no canal do rio e; 19 - Presença de vegetação ripária, sendo que este último representa uma fundamental contribuição para o ambiente, pois, de acordo com Vogel et al. (2009), o ecossistema ripário que inclui a dinâmica da zona ripária, sua vegetação e suas interações, desempenha funções relacionadas à geração do escoamento direto em microbacias, à contribuição ao aumento da capacidade de armazenamento da água, à manutenção da qualidade da água na bacia (através da filtragem superficial de sedimentos) e à retenção, pelo sistema radicular da mata ripária, de nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres (efeito tampão), além de proporcionar estabilidade das margens, equilíbrio térmico da água e formação de corredores ecológicos.

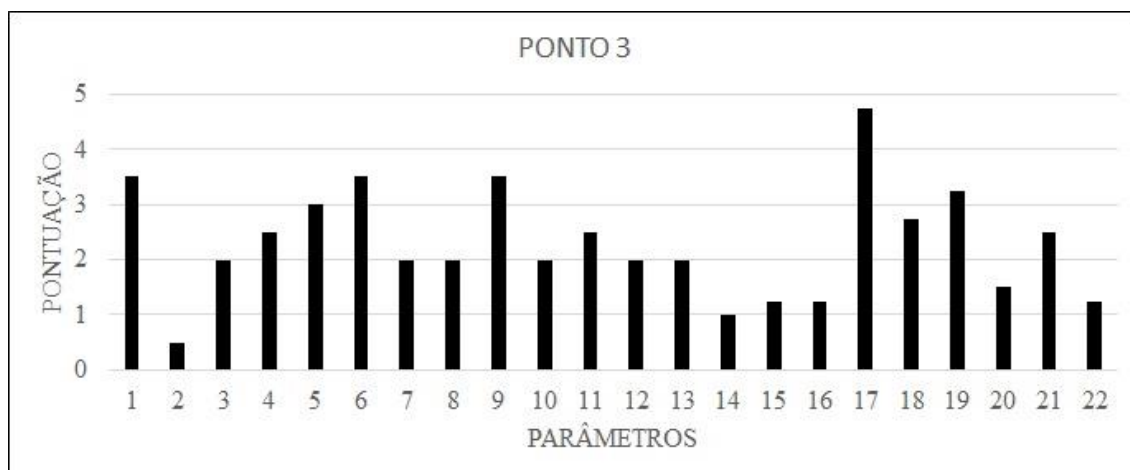


Figura 21. Resultado de cada parâmetro no ponto 3, segundo a aplicação do PARs.

Também localizados na zona urbana, um ao lado do outro, os pontos 4 e 5 foram classificados como impactados devido aos altos indícios de modificações no corpo hídrico. Nestes pontos foram observadas diversas atividades impactantes em decorrência do processo de desenvolvimento da cidade. Ao utilizarem a mesma ferramenta metodológica (PARs), Vargas & Junior (2012), Faria et al. (2013) e Copatti et al. (2014) também puderam constatar os impactos e alterações nos corpos hídricos em decorrência das atividades antrópicas, principalmente nos pontos da região urbana, os quais apresentaram a qualidade ambiental mais precária.

Assim, conforme a Figura 22, são apresentadas várias características de tais intervenções, dentre as quais: desmatamento, ausência de vegetação ciliar, margens erodidas e totalmente instáveis, carreamento de solo, canalizações ao longo do ribeirão, obras de canalização e retificação, sendo estas últimas preocupantes, pois conforme citado por Palmer et al. (2005), a retificação de rios, as canalizações ou impermeabilizações causadas pelas obras de engenharia têm como consequência direta a redução da área de drenagem das bacias hidrográficas o que provoca uma redução drástica na densidade e diversidade de espécies aquáticas. Em áreas onde o crescimento populacional é mal planejado, são nítidas as alterações no canal do corpo hídrico, refletindo uma péssima qualidade ambiental.



Figura 22. Impactos negativos da área urbana provocados no Ribeirão das Araras (ponto 4) e no Ribeirão das Furnas (ponto 5).

Por conseguinte, conforme apresentado nas Figuras 23 e 24, as notas dos pontos 4 e 5, respectivamente, apresentaram resultados similares. Ao todo, quatorze (14) parâmetros foram classificados como pontos críticos, entre os mais preocupantes podem ser evidenciados: 1 – “Tipo de ocupação das margens” caracterizado pela ocupação de residências, comércios e fábricas; 3 – “Alterações antrópicas”, caracterizada pelas canalizações; 14 – “Tipos de substrato” identificado como fundo lamoso/cimentado; 19 – “Presença da vegetação ripária” atribuída como desflorestamento acentuado e; 20 - “Extensão da vegetação ripária” definida como ausente devido à atividade antrópica.

Situação parecida foi verificada por Carvalho et al. (2014), que ao aplicarem o PARs em alguns pontos do riacho 2 de Junho, em Glória de Dourados - MS, identificaram diversos impactos negativos acometidos pelas atividades antrópicas, principalmente, através da análise dos parâmetros supracitados.

Cabe salientar que a presença da vegetação ripária está associada aos ambientes aquáticos, sendo de grande importância na proteção de nascentes e cursos de água, pois garantem a estabilidade das margens preservando as características naturais, desta forma, garantem melhores condições de habitats e fontes de alimento à biota aquática e terrestre sendo, portanto, fundamental na manutenção da biodiversidade (MARTINS, 2001; VOGEL et al., 2009). No entanto, mesmo protegida por lei e pela sua inegável importância ambiental tal recurso vem sofrendo intensas interferências e perturbações através atividades antropogênicas em várias partes do Brasil (PRIMO & VAZ, 2006).

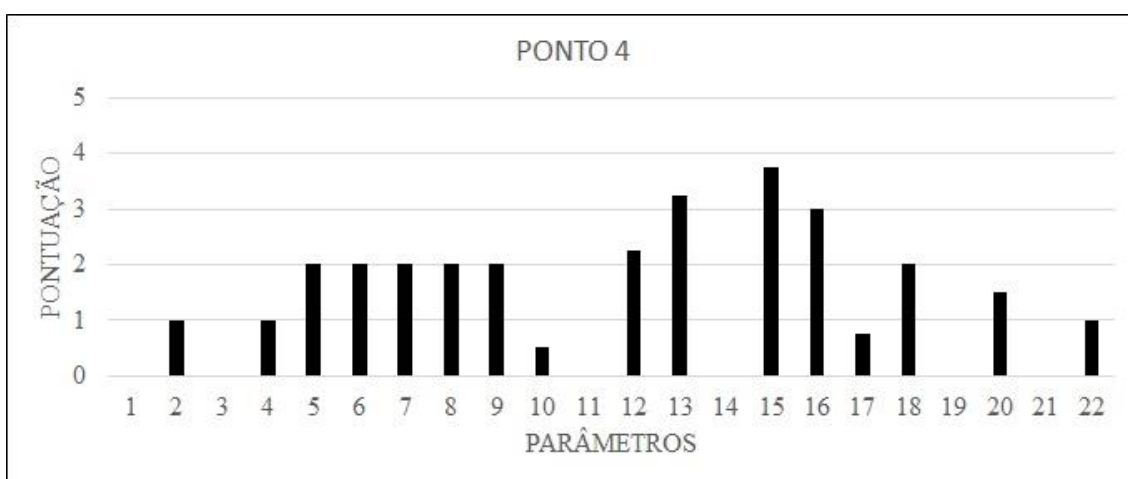


Figura 23. Resultado de cada parâmetro no ponto 4, segundo a aplicação do PARs.

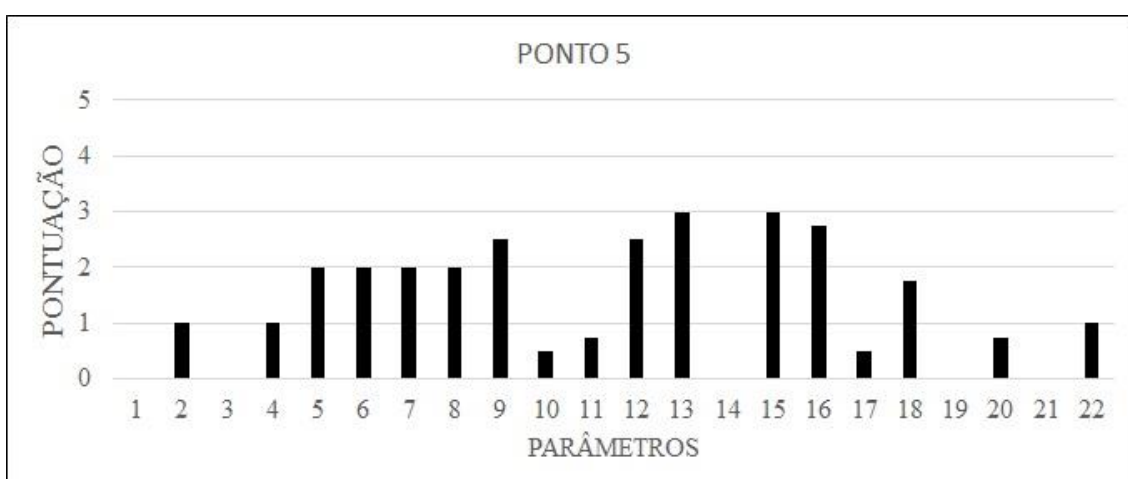


Figura 24. Resultado de cada parâmetro no ponto 5, segundo a aplicação do PARs.

Seguindo a jusante do Ribeirão das Araras, de volta para área rural, o último ponto avaliado correspondeu ao ponto 6. Neste ponto, parâmetros como: 2 - Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito; 3 - Alterações antrópicas; 5 - Odor da água; 10 - Tipo de fundo; 13 - Frequências

de rápidos; 14 - Tipos de substrato; 15 - Deposição de lama; 16 - Depósitos sedimentares; 20 - Estabilidade das margens; 21 - Extensão da vegetação ripária e; 22 - Presença de plantas aquáticas apresentaram notas abaixo da média (Figura 25).

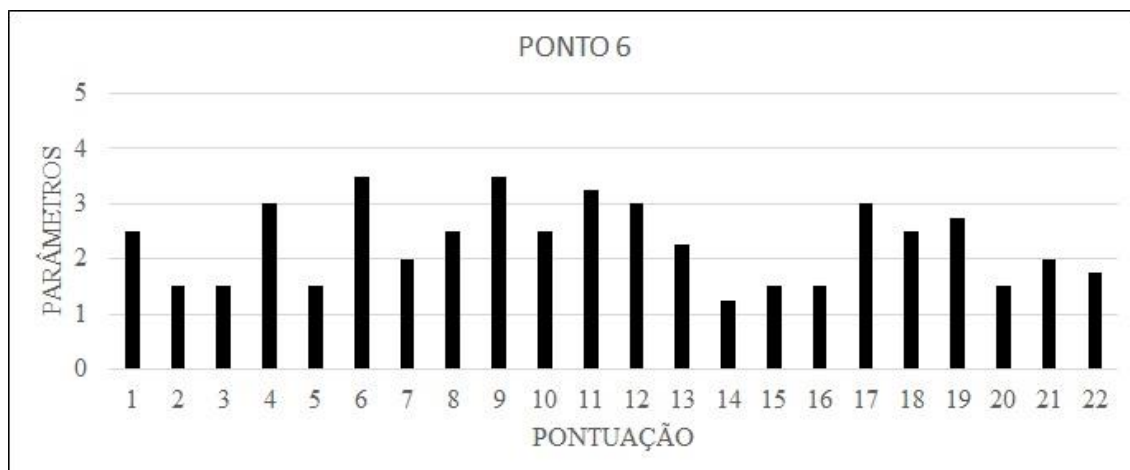


Figura 25. Resultado de cada parâmetro no ponto 6, segundo a aplicação do PARs.

Assim como os resultados das análises físicas e químicas, na avaliação do PARs, para o ponto 6, é possível sugerir há uma recuperação na qualidade ambiental seguindo a jusante, mas conforme citado anteriormente, seriam necessários novos estudos para comprovar tal hipótese. No que tange a peculiaridade observada neste ponto, é a de que existem outras formas de impactos negativos sendo exercidas no ambiente aquático, mas que o protocolo não abrange em seus 22 parâmetros e que tais impactos são de maneira igual ou até mesmo mais graves e recorrentes que os abordados pelo PARs (Figura 26).



Figura 26. Outros impactos observados no ponto 6, como lixo doméstico (a e b), livre acesso do gado (c) e atividade pesqueira (d).

Os resultados dos PARs revelaram que a microbacia do Ribeirão das Araras passa por fortes impactos ambientais negativos decorrentes do uso e ocupação do solo, prejudicando a qualidade ambiental mais do que propriamente a qualidade da água em si. Entretanto, a observação de maior relevância extraída com aplicação do protocolo se deu através dos pontos classificados como impactados (4 e 5) estarem localizados nas áreas do perímetro urbano, demonstrando assim, uma maior influência negativa dessa região sobre os cursos d'água. Dado que, na mesma região de estudo do presente trabalho, Magini & Chagas (2003), verificaram que a ocupação urbana das margens e as atividades industriais foram os principais focos impactantes.

No Brasil, principalmente em bacias de pequena ordem, é notável a insuficiência de informações e a ausência de registros históricos a respeito da degradação ambiental sobre os recursos hídricos. A carência de políticas públicas e de metodologias que possibilitem a gestão ambiental em bacias hidrográficas, entre outros fatores, conduzem à má gestão dos recursos

hídricos. Estudos como este são relevantes no sentido de trazer informações sobre métodos que facilitem a gestão de recursos hídricos no Brasil.

Portanto, é pertinente colocar que tanto a utilização do Ecolkit para o monitoramento dos parâmetros de qualidade da água, quanto a aplicação do PARs mostraram-se de maneira eficaz, simplista e de baixo custo, pois foram capazes de oferecer uma avaliação conjunta de forma holística do ecossistema aquático. Assim, tanto as análises físicas e químicas, quanto a avaliação do PARs apresentaram dados satisfatórios que podem ser utilizados de forma rápida e econômica para a tomada de decisões sobre o manejo e conservação do corpo hídrico.

Resultados mais expressivos podem ser atingidos se um pensamento que contemple a necessidade ambiental for implantado na sociedade como um todo, nesse caso, baseando-se em princípios da Agroecologia, a qual propõe não só a transformação do ambiente, mas dos indivíduos, tanto em seus aspectos ecológicos como socioeconômicos e culturais. Para uma melhor compreensão das relações, almeja-se em estudos futuros validar a integração do uso de recursos hídricos com a Agroecologia.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa apontam características de degradação e perturbação ambiental, na área de estudo, ocasionada, sobretudo, pela ação antrópica. Independentemente da sazonalidade, as ferramentas utilizadas corroboram com os resultados obtidos, entretanto, através do PARs foi possível indicar maiores vestígios dos impactos ambientais negativos.

O todo do gradiente longitudinal amostrado foi classificado como alterado, sobressaindo como características agravantes: parâmetros em desconformidade com o limite estabelecido pela legislação, odor da água, lançamento de esgotos domésticos, presença de canalização, desflorestamento acentuado das margens, fundo lamoso e/ou cimentado, processos erosivos, habitats pouco diversificados, lixos nas margens, livre acesso do gado, entre outros. Entretanto, na avaliação separada por pontos, o diagnóstico permitiu identificar a melhor qualidade ambiental em que se encontra o ponto 1, devido ao trecho estar localizado em área rural de acesso privado, próximo com as regiões das nascentes e por manter características essenciais como a composição da vegetação ripária.

Com base nos dados apresentados, é pertinente concluir que as regiões mais afetadas pelas atividades antrópicas estão localizadas no perímetro urbano. Dessa forma, tanto as análises de qualidade da água quanto o PARs indicam o ponto 4 e o ponto do Ribeirão das Furnas (5) com os piores estados de conservação ambiental, ou seja, são os pontos mais prejudicados pelos impactos ambientais.

Tendo em vista o que foi apresentado e a importância do Ribeirão das Araras para o município, torna-se imprescindível tomar medidas que visam a recomposição e preservação da vegetação ciliar no entorno da microbacia, de certo modo para minimizar os processos de degradação decorrentes das ações antrópicas, além de alertar os órgãos competentes e dividir com a população as informações a respeito do atual cenário.

6 – LITERATURA CITADA

ALMEIDA, J.R.; TERTULIANO, M.F. Diagnose dos sistemas ambientais: métodos e indicadores. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org) **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Russel, 1999. cap. 3, p. 115-171.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, 2003.

ALMEIDA, T. C.; BISNETO, R. T.; SAYEG, H. S.; RAYMUNDO-JUNIOR, O. Diagnóstico Preliminar das Condições Ambientais da Área de Manancial do Município de Araras, SP. **Biológico**, v. 68, p. 839-843, 2006.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998. 117p.

ALTIERI, M. A; NICHOLLS, C. I. Scaling up Agroecological approaches for food sovereignty in Latin America. **Development**. v. 51, n. 4, p. 472-480, 2008.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, A. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha. **Scientia Forestalis**, v.56, p.125-134, 1999.

BARBOSA, D.S.; ESPÍNDOLA, E.L.G. Algumas teorias ecológicas aplicadas a sistemas lóticos. In: BRIGANTE, J.; ESPÍNDOLA, E.L.G. (Ed). **Limnología fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu**. São Carlos, SP: Rima, 2003. p.85-120.

BARBOUR, M. T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D.; STRIBLING, J. B. **Rapid bioassessment protocols for use in wadeable streams and rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish**. 2.ed. Washington, D.C: Environmental Protection Agency; Office of Water, 1999. 344p.

BASTOS, A.C.S.; FREITAS, A.C. Agentes e processos de interferência, degradação e dano ambiental. In: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. (Org.) **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p.17-75.

BENETTI, A.; BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Universidade Federal do RioGrande do Sul, 2001. p. 849-876.

BONILLA, J. A. **Fundamentos da agricultura ecológica: sobrevivência e qualidade de vida**. (Ed.). São Paulo: Ed. FCA, 1992. 260p.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A.J.T. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. p. 269-300.

BOTELHO, R.G.M.; SILVA, A.S. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A.J.T. **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. 1.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 153-191.

BRASIL. **Lei nº 9.433. 08 de jan. 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 8 de janeiro de 1997. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>> Acesso em: 21 jan. 2016.

BURAKHAM, R.; OSHIMA, M.; GRUDPAN, K.; MOTOMIZU, S. Simple flow-injection system for the simultaneous determination of nitrite and nitrate in water sample. **Talanta**, n. 64, p. 1259-1265, 2004.

BUZELLI, G. M.; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita (SP). **Ambi-Agua**, v. 8, n. 1, p. 186-205, 2013.

CABRERA, L. C. **Formas de enxofre na coluna d'água e sedimentar numa enseada rasa do estuário da Lagoa dos Patos**. 2005. 115f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física, Química e Geológica) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

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

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

CARVALHO, E. M.; BENTOS, A. B.; PEREIRA, N. S. Avaliação rápida da diversidade de habitats em um ambiente lótico. **Interbio**, v. 8, n. 1, p. 45-55, 2014.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 1995, 147p.

CHANTON, J. P.; MARTENS, C. S.; GOLDBERGER, M. B. Biogeochemical cycling in an organic-rich coastal marine basin: Sulfur mass balance, oxygen uptake and sulfide retention. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 51, n. 5, p. 1187-1199, 1987.

CHAPMAN, D.; KIMSTACH, V. Selection of water quality variables. In: CHAPMAN, D. **Water quality assessments - a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2.ed. London: UNESCO/WHO/UNEP. 1996. p. 74-133.

CHAPPELL, M. J., VANDERMEER, J., BADGLEY, C; PERFECTO, I. Wildlife-friendly farming vs. land sparing. **The Ecological Society of America**. v. 7, n. 4, p. 183-184, 2009.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo**. (Série Relatórios) São Paulo: CETESB, 2005. 307p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo**. (Série Relatórios), São Paulo: CETESB, 2009. 44p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 2011. 326p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº. 357 de 17 mar. 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Publicação DOU nº 53, 2005, p. 58-63.

COPATTI, C. E.; MOREIRA, T. B.; MENZEL, C. A. Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil através de diferentes abordagens. **Ambiência**, v. 10, n. 2, p. 511-526, 2014.

CORGOSINHO, P. H. C.; CALIXTO, L. S. F.; FERNANDES, P. L.; GAGLIARDI, L. M.; BALSAMÃO, V. L. P. Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância do bentos ao longo de um afluente do reservatório de Três Marias, MG. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, p. 227-232, 2004.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle da poluição ambiental**. 2.ed. São Paulo: Signus, 2000. 75p.

DILLENBURG, A. K. A importância do monitoramento ambiental na avaliação da qualidade de um rio – estudo de caso – Mercedes, PR. **Revista Urutágua**, n. 12, 2007.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Columbus, Ohio: Division of Water Quality Monitoring Assessment, 1988. v. 1, 120p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 226p.

FARIA, K. R. M.; GONÇALVES, R. C.; FALEIRO, M. V.; FALEIRO, J. H.; MALAFAIA, G. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida de rios na caracterização da qualidade ambiental do ribeirão laranjal (pires do rio, goiás). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 9, n. 17, p. 247-261, 2013.

FERNANDES, M. R.; SILVA, J. C. **Programa estadual de manejo de sub-baciais hidrográficas: fundamentos e estratégias**. Belo Horizonte: EMATER, 1994. 24p.

FIA, R.; TADEU, H. C.; MENEZES, J. P. C.; FIA, F. R. L.; OLIVEIRA, L. F. C. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**. Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 267-275, 2015.

GENRICH, A. V. S. **Impactos ambientais na cabeceira de drenagem do alto curso do Córrego Vilarinho – RMBH**. 2002. 138f. Dissertação (Mestrado em Geografia e Análise Ambiental) IGC-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: Processos ecológicos em Agricultura Sustentável**. 1.ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995, 653p.

GODOI, E. L. **Monitoramento de Água Superficial Densamente Poluída – o Córrego Pirajuãra**. 2008. 117f. Dissertação (Mestrado Ciências na área de Tecnologia Nuclear – Materiais) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.

HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-60, 1997.

HERMES, L. C.; FAY, E. F.; BUSCHINELLI, C. C. A.; SILVA, A. S.; SILVA, E. F. **Participação Comunitária em Monitoramento da Qualidade da Água**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente (Circular Técnica), 2004. 8p.

HIRATA, R. Recursos hídricos. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (Org.). **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. p. 421-444.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2010**. São Paulo: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=350330>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

IZAC, A. M. N.; SANCHEZ, P. A. Towards a natural resource management paradigm for international agriculture: the example of agroforestry research. **Agricultural Systems**. v. 69, p. 5-25, 2001.

KRUPEK, R. A. Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. Guarapuava: **Ambiência**, v. 6, n. 1, p. 147-58, 2010.

LEVY, D. L. Environmental management as political sustainability. **Organization & Environment**. v. 10, n. 2, p. 126-147, 1997.

MACIEL J. P. **Zoneamento das águas: um instrumento de gestão dos recursos hídricos**. Belo Horizonte: RC, 2000. 112p.

MAGINI, C.; CHAGAS, R. L. Microzoneamento e diagnóstico físico-químico do Ribeirão das Araras, Araras-SP. **Geociências**, v. 22, n. 2, p. 195-208, 2003.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Omega, 1983. 1010p.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros Indicativos para Qualidade da Água em Nascentes com Diferentes Coberturas de Terra e Conservação da Vegetação Ciliar. **Floresta e Ambiente**. v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil Editora, 2001. 143p.

MATHEUS, C.E.; SÉ, J.A.S. Educação Ambiental e Recursos Hídricos: uma abordagem holística e sistêmica de bacia hidrográfica. In: NOAL, F.O.; BARCELOS, V.H.L. **Educação Ambiental e Cidadania**. Santa Cruz do Sul-RS: EDUNISC. 2003, p. 137-140.

MEDEIROS, C. N. E.; PETTA, R. A. Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. In: **Anais do Simpósio Brasileiro Sobre Sensoriamento Remoto – SBSR**. Goiânia, INPE, p. 2709-2716, 2005.

MEDEIROS. G; ARCHANJO, P; SIMIONATO, R; REIS, F. diagnóstico da qualidade da água na microbacia do córrego recanto, em americana, no estado de São Paulo. **Geociências**, v. 28, n. 2, p. 181- 191. 2009.

MEURER, E. J. **Fundamentos de Química do Solo**. 2.ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. 290p.

MEYBECK, M.; KIMSTACH, V; HELMER, R. Strategies for water quality assessment. In: CHAPMAN, D. (Ed.). **Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1996. p. 23-57.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 4, n. 2, p. 21-27, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518, de 25 de mar. De 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 26 de março de 2004. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/snisweb/src/pdf/Portaria-518-2004.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. A qualidade de água como indicador de uso e ocupação do solo: Bacia do Gama - Distrito Federal. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 97-103. 2010.

NETO, A. R. P.; KORN, M. G. Os nutrientes nitrato e nitrito como contaminantes ambientais e alternativas de determinação. **Revista virtual Candombá**, v. 2, n. 2, p. 90-97, 2006.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A., 1988. 434p.

OLIVEIRA, T. M. B. F.; DI SOUZA, L.; CASTRO, S. S. L. Dinâmica da série nitrogenada nas águas da bacia hidrográfica Apodi/ Mossoró - RN - Brasil. **Eclética Química**, v.34, n.3, p.17-26, 2009.

OLMSTEAD, S. M. The economics of water quality. **Review of Environmental Economics and Policy**, v.4, p. 44-62, 2010.

PALMER, M. A.; BERNHARDT, E. S.; ALLAN, J. D.; LAKE, P. S.; ALEXANDER, G.; BROOKS, S.; CARR, J.; CLAYTON, S.; DAHM, C. N.; FOLLSTAD SHAH, J.; GALAT, D. L.; LOSS, S. G.; GOODWIN, P.; HART, D. D.; HASSETT, B.; JENKINSON, R.; KONDOLF, G. M.; LAVE, R.; MEYER, J. L.; O'DONNELL, T. K.; PAGANO, L.; SUDDUTH, E. Standards for ecologically successful river restoration. **Journal of Applied Ecology**, v. 42, n. 2, p. 208-217, 2005.

PEDROSA, A. C.; CAETANO, F. A. **Águas subterrâneas**. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA). Superintendência de Informações Hidrogeológicas, 2002. 85p.

PEIXOTO, P. P. P.; FEDATTO, E.; SERAFIM, M. E.; MICHELAN, R.; ZANIN, F. Aspectos qualitativos das águas superficiais do córrego Curral do Arame. In: **XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Ribeirão Preto, SP, 2003.

PERCEBON, C. M.; BITTENCOURT, A. V. L.; ROSA FILHO, E. F. Diagnóstico da temperatura das águas dos principais rios de Blumenau, SC. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 56, p. 7-19, 2005.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos**. São Paulo: ABES, 2006. 286p.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. **Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: Benthic macroinvertebrates and fish**. Washington: EPA, Office of Water Regulations and Standards, 1989.

PORTO, M.F.A.; BRANCO, S.M.; LUCA, S.J. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R.L. (Org.). **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 1991. p. 27-65.

PORTO, R.; ZAHED, F.K.; TUCCI, C.; BIDONE, F. Drenagem urbana. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH. 2001, p. 243-252.

PRIMO, D. C.; VAZ, L. M. S. Degradação e Perturbação Ambiental em Matas Ciliares: Estudo de Caso do Rio Itapicuruçu em Ponto Novo e Filadélfia Bahia. **Diálogos & Ciência**, v. 7, p. 1-11, 2006.

QUINTAS, D. A. C. **História da agricultura no município de Araras (SP) e a caracterização da restauração da mata ciliar no Ribeirão das Furnas**. 2011. 106f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal de São Carlos, Araras.

REBOUÇAS, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2ª ed. São Paulo: Escrituras. 2002. p. 1-37.

RESENDE, A. V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 29p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORREA, G. F.; **Pedologia, base para distinção de ambientes**. 5.ed. Lavras: Editora UFLA, 2007. 322p.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETTO, J. M. **Tratamento de Água**. São Paulo, SP: Edgar Blucher, 1995.

RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida para o monitoramento e avaliação ambiental de cursos d'água inseridos**

em campos rupestres. 2008. 118f. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

RODRIGUES, A. S. L.; CASTRO, P. T. A. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n.1, p.161-70, 2008.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 74-83, 2008.

ROUND, F. E. **The biology of the algae.** London: Edward Arnold, 1965. 269p.

SANTOS, C. A. P.; LEITE, O. D.; VIEIRA, A. D. M. Diagnóstico preliminar de parâmetros físico-químicos das águas superficiais e subterrâneas do município de Barreiras - BA antes da ampliação do saneamento básico. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 32, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

SASS, A. M.; ESCHEMANN, A.; KUHL, M.; THAR, R. S, H.; CYPIONKA, H. Growth and chemosensory behavior of sulfate-reducing bacteria in oxygen-sulfide gradients. **FEMS Microbioloy Ecology**, n. 40, p. 47-54, 2002.

SEVÁ FILHO, A. O. **Crise ambiental, condições de vida e lutas sociais: dilemas da passagem dos séculos XX-XXI.** Campinas: Cadernos da ABRA, 1993. v. 6, n. 1.

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas.** São Carlos: Rima, 2003. 138p.

SILVA, G.A.; SIMÕES, R.A.G. Água na indústria. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 2ª ed. São Paulo: Escrituras. 2002. p. 635-649.

SILVA, L. F.; ROMEIRO, R. A.; MARQUES, J. F. Aplicação do índice de vetores de degradação (ideg) na avaliação da sustentabilidade ambiental agrícola das microbacias dos rios Oriçanga e Araras, SP. **VIII Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica.** Cuiabá-MT, 2009.

SILVA, M. N. A.; COPQUE, A. C. S. M.; GIUDICE, D. S. **Consequências das transformações ambientais no processo de expansão das cidades – O exemplo de Salvador /Bahia.** 2009. Disponível em: <<http://www.meau.ufba.br/site/artigos/consequencias-das-ransformacoes->

ambientais-no-processo-de-expansao-das-cidades-o-exemplo-de>. Acesso em: 15 jun. 2015.

SOUZA, E. R. **Alterações físico-químicas no deflúvio de três sub-bacias hidrográficas decorrentes da atividade agrícola**. 1996. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Belo Horizonte: Nova Edição, 2005. v. 1, 452p.

TELLES, D.A. Água na agricultura e pecuária. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org.) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escrituras, 1999. cap.9, p. 305-338.

THOMAS, V. **O Brasil visto por dentro: desenvolvimento em uma terra de contrastes**. Rio de Janeiro: José Olympio Editora, 2005.

TUCCI C.; MENDES, A. C. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. 302p.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO). **Water for people, water for life: un world development report**. Paris: UNESCO, 2003. 34p.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. S. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química do oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés / Botucatu- SP **Eclética Química**, v. 22, p. 49-66, 1997.

VALLADARES, G. S.; AVANCINI, C. S. A.; TÔSTO, S. G. **Uso e cobertura das terras do município de Araras**. Campinas: EMBRAPA, Circular Técnica 14, 2008. 12p.

VARGAS, J. R. A.; JÚNIOR, P. D. F. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida na Caracterização da Qualidade Ambiental de Duas Microbacias do Rio Guandu, Afonso Cláudio, ES. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 1, p. 161-168, 2012.

VOGEL, H. F.; ZAWADZKI, C. H.; METRI, R. Florestas ripárias: importância e principais ameaças. **Revista de Saúde e Biologia**, v.4, n.1, p. 24-30, 2009.

WETZEL, R. G. **Limnology**. San Diego: Academic Press, 2001. 1006p.