

ROGER MAGRINI DA SILVA

AVALIAÇÃO AMBIENTAL SIMPLIFICADA DO CÓRREGO
DA SERVIDÃO, RIO CLARO (SP)

Orientador: Fabiano Tomazini da Conceição

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro,
para obtenção do grau de Bacharel e
Licenciado de Ciências Biológicas.

Rio Claro
2018

S586a	Silva, Roger Magrini da Avaliação ambiental simplificada do Córrego da Servidão, Rio Claro (SP) / Roger Magrini da Silva. -- Rio Claro, 2018 36 f. : il., tabs., fotos, mapas Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado e licenciatura - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro Orientador: Fabiano Tomazini da Conceição 1. Água. 2. Córrego da Servidão. 3. Rio Claro. 4. Avaliação Ambiental. 5. Rio. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Dedico esse trabalho à minha vó, que gostaria de ter me visto formando em uma faculdade e ao meu avô, por sempre estar presente para mim quando eu preciso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, meu tio e meu avô, que me apoiaram por toda essa trajetória.

Agradeço aos meus amigos scoobys: Totoro, Lara, Pão, Pumba, André, Beatriz, Barozzi e Kauan, pois sem eles não sou ninguém.

Agradeço ao professor Fabiano e ao Toninho, por me aturarem e ajudarem muito nesse trabalho.

Agradeço em especial a Suely, Carol e Bira e o resto do pessoal do DEPLAN, por me receberem tão bem.

Agradeço a todos meus outros amigos que fiz nessa universidade.

E agradeço a Beatriz Maenaka por sempre estar ao meu lado pra tudo e por ser a pessoa que mais me atura.

*“Tudo o que temos de decidir é o que
fazer com o tempo que nos é dado.”*

(Gandalf)

RESUMO

Este trabalho visou avaliar os impactos ambientais associados ao Córrego da Servidão, localizado no município de Rio Claro – SP. Essa avaliação foi feita através da utilização de análises de parâmetros físico-químicos e preenchimento de um questionário, utilizado em campo, contendo indicadores de impacto e índices de avaliação ambiental simplificada, a fim de verificar as atuais condições de degradação. A amostragem foi feita em quatro pontos ao longo de todo córrego e as campanhas de campo foram realizadas entre os meses de fevereiro a julho de 2018. Os parâmetros analisados foram: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos e em suspensão. O questionário, contendo indicadores biofísicos e seus devidos pesos, foi aplicado em todos os pontos e o resultado foi comparado utilizando uma tabela de classificação de impactos baseado nos valores dos pesos. Os parâmetros físico-químicos indicaram que os valores de pH e oxigênio dissolvido estão dentro dos parâmetros definidos para um corpo d'água de Classe 2. Isso mostra uma boa qualidade da água. Porém, de acordo com a avaliação ambiental simplificada, foi observado que no Córrego da Servidão existem mau odores, materiais flutuantes, óleos e graxas, indicando que o tratamento e coleta de esgoto não é suficiente para uma melhora geral no entorno dos pontos avaliados neste córrego. É necessária a implementação de estratégias de manejo, como tratamento e disposição adequada de efluentes, recuperação de áreas degradadas e também conscientizar a população sobre a importância do córrego, mantendo um diálogo com as comunidades locais.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	8
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1. Avaliação simplificada	14
4.2. Parâmetros físico-químicos	17
4.3. Monitoramento e estratégias de manejo	24
5. CONCLUSÃO	26
6. REFERÊNCIAS	27
7. ANEXO(S)	29
7.1. Anexo A - BRK Ambiental - Monitoramento de corpos hídricos – Junho/2018	29

1. INTRODUÇÃO

O planeta Terra possui dois terços de sua superfície ocupados por água, ou seja, 360 milhões de km² de um total de 510 milhões de km². Porém, de acordo com Marengo (2008), 98% dessa água disponível no planeta é salgada. As águas salgadas (ou salinas), são águas com salinidade igual ou superior a 30‰, as águas salobras possuem salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰ e as águas doces possuem salinidade igual ou inferior a 0,5‰ (BRASIL, 2005). Apenas uma pequena parcela dessa água é doce, sendo que dentro dessa parcela, existe pouca água potável disponível para nosso consumo. Dentro deste contexto, é fundamental considerarmos a disponibilidade da água e os problemas quanto à sua quantidade e qualidade. (CHRISTOFOLETTI et al., 2015).

Por isso, devemos nos preocupar quanto à preservação desse recurso, visto que no contexto social atual, a atividade humana tem contribuído significativamente para a degradação de sua qualidade, tornando impróprio para as mais diversas finalidades, (DE SOUZA et al., 2010). Segundo Drew (1986), tem-se procurado integrar a administração da água com as atividades antrópicas e outros recursos naturais, procedendo-se o manejo integrado de bacias hidrográficas. Uma bacia hidrográfica, de acordo com Tucci (2000), pode ser considerada como um sistema físico onde a entrada e saída de água são o volume de água precipitado e a água escoada pelo exutório, respectivamente, considerando como perdas intermediárias os volumes evaporados, transpirados e os infiltrados profundamente. Já para Martins (1976), a bacia hidrográfica é a área geográfica coletora de água de chuva que, através do escoamento pela superfície do solo, atinge a seção considerada.

A bacia hidrográfica do Córrego da Servidão possui sua grande parte inserida dentro da área urbana da cidade de Rio Claro, interior do estado de São Paulo. No contexto de formação das cidades e com o crescimento desses centros urbanos, existe uma alteração da dinâmica dos cursos d'água devido a supressão das áreas de várzea e impermeabilização de sua superfície, ocasionando inundações e antecipações de picos de cheias, que, em condições naturais, não aconteceriam (MORAES, 2012); toda essa problemática pode levar ao entupimento de bueiros, assoreamento de canais e galerias e degradação da qualidade da água (TUCCI, 2009). O córrego foi canalizado em 1972 e teve sua obra de despoluição terminada em 2016, resolvendo grande parte do problema

do mau cheiro e de diversos outros. Porém a poluição do córrego e de suas margens não cessaram, e isso pode acarretar problemas para a qualidade de suas águas. Diante desse fato, é extremamente importante avaliar os parâmetros físicos, químicos e biológicos da bacia do Córrego da Servidão, para que tenhamos uma relação entre os componentes naturais e antrópicos de maneira harmoniosa.

2. OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo analisar simplificadaamente os impactos ambientais associados ao Córrego da Servidão, localizado em Rio Claro – SP, utilizando um questionário de campo que contém indicadores de impacto e índices de avaliação ambiental simplificada, e de parâmetros físico-químicos analisados em campo e em laboratório. Através dos dados obtidos foram verificadas as áreas mais degradadas e suas causas, assim contribuindo para possíveis soluções visando minimizar os impactos ambientais ocorridos na área de estudo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Através do uso prévio do software Google My Maps, foram determinados quatro pontos de amostragem, onde as águas fluviais do Córrego da Servidão foram colatadas ao longo de toda a bacia hidrográfica (Figura 1). O critério de escolha dos pontos de amostragem foi a acessibilidade dos mesmos, devido a necessidade de coletar a água do córrego.

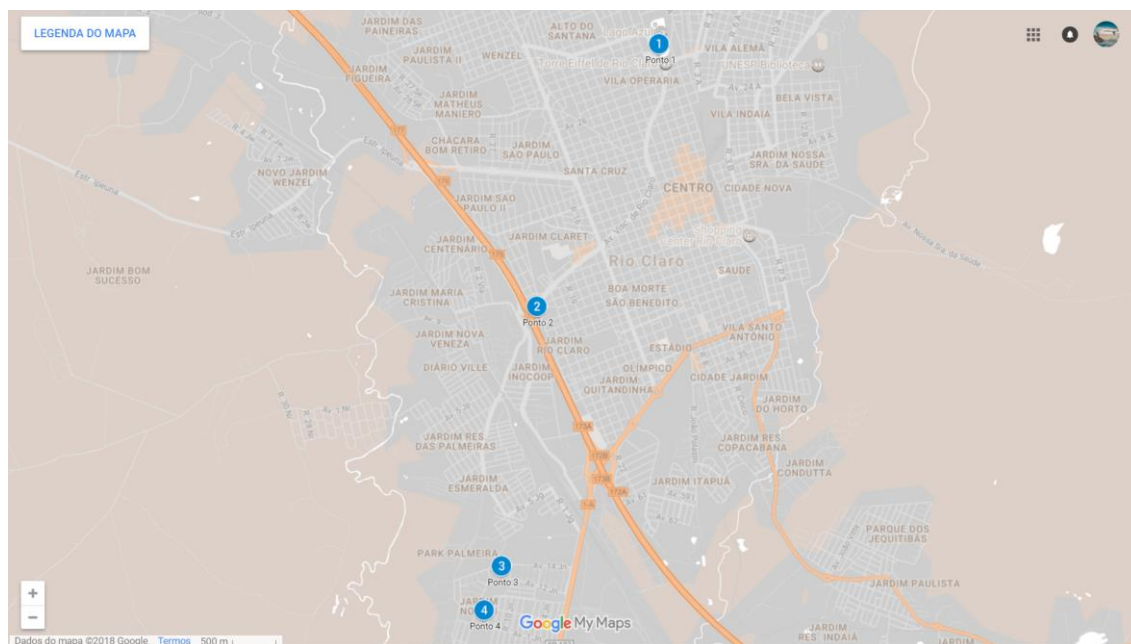


Figura 1 - Pontos de Amostragem das partes fluviais expostas do Córrego da Servidão no município de Rio Claro – SP.

As coletas foram feitas uma vez por mês, começando no mês de fevereiro e seguindo até o mês de julho de 2018. Esse período também foi estabelecido para ter um parecer geral sobre a influencia sazonal nos parâmetros físico-quimicamente associados ao Córrego da Servidão. Essas águas fluviais foram caracterizadas físico-quimicamente no local da coleta através de duas sondas, uma da marca YSI modelo 556 e outra da marca Oakton modelo DO600, contendo eletrodos de leitura direta. Esses equipamentos foram previamente calibrados no LAGEA – Laboratório de Geoquímica Ambiental do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da UNESP de Rio Claro, sendo que as seguintes variáveis foram analisadas: temperatura – Temp. (°C), condutividade elétrica – Cond. ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido – OD (mg/L) e sólidos totais dissolvidos – STD (mg/L).

As amostras de águas fluviais foram coletadas em duplicata, armazenadas em vasilhames de polietileno e levadas, no mesmo dia da coleta, ao LAGEA para quantificação dos sólidos totais em suspensão – STS (método fotométrico de 1 a $750 \pm 0,5$ mg/L), através do espectrofotômetro DR 2800 da Hach Company e ao LATARE – Laboratório de Tratamento e Reuso de Água e Efluentes (DEPLAN) do Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE) da UNESP de Rio Claro, para analisar o pH, utilizando o pHmetro da marca Thermo Scientific modelo Orion Star A111. O condutivímetro foi calibrado utilizando-se uma solução padrão de KCl (1,0 mmol/L) de condutividade $147 \mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C . O eletrodo de pH é do tipo combinado e os padrões de alta pureza utilizados para calibração serão de pH 4,00 ($4,00 \pm 0,01$ à $25^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$) e 7,00 ($7,00 \pm 0,01$ à $25^\circ\text{C} \pm 0,2^\circ\text{C}$).

A avaliação ambiental simplificada do Córrego da Servidão foi sendo desenvolvida em oito etapas (Figura 2), divididas em três grandes áreas fundamentais para o manejo dos impactos ambientais: i) identificação do problema e suas condições (fase mais importante do projeto e envolve as cinco primeiras etapas); ii) determinação da causa provável do problema; iii) seleção de possíveis estratégias para controle ou redução dos impactos ambientais.

As duas primeiras etapas consistiram em levantar e revisar as informações e objetivos do uso atual dos recursos hídricos na bacia hidrográfica da Servidão. Tais etapas permitiram a elaboração da caracterização ambiental e geração de uma base de dados georreferenciada, necessária à interpretação das condições ambientais dos recursos hídricos na referida bacia hidrográfica.

Na terceira etapa procedeu-se à seleção de indicadores buscando a identificação dos problemas relevantes, assim como o levantamento de fatores que refletiam os impactos no ambiente analisado. Os indicadores aplicados se mostraram importantes para uma análise qualitativa e quantitativa, abordando os impactos do uso do solo e suas inter-relações. Após isso, foi elaborado um questionário de campo (Tabela 1), a fim de uniformizar os dados coletados.

Na quarta etapa, criou-se um índice de análise ambiental simplificado (Tabela 1), com pesos para cada impacto (modificado de Sardinha et al., 2007). O preenchimento deste questionário auxiliou na identificação de impactos na cobertura vegetal, fauna e no entorno do recurso hídrico (danos ao corpo d'água, riscos à saúde, impactos sonoros, lixo, erosão e saneamento) que, de uma forma ou de outra, podem

afetar o ambiente natural. Após o preenchimento, somaram-se os pontos de cada questão (mínimo zero e máximo vinte e quatro), sendo que, quanto maior a pontuação, menor o nível de impacto na região estudada. De 24 a 19 pontos há mínima ou pouca presença de impacto, de 18 a 13 moderada presença de impacto, de 12 a 7 pontos tem-se impacto alto ou preocupante e, menor ou igual a 6, presença muito alta de impacto.

A quinta etapa consistiu na avaliação de campo através do preenchimento do questionário (Tabela 1) em 4 pontos localizados nos recursos hídricos da bacia hidrográfica da Servidão (Figura 1). As etapas seis e sete permitirão avaliar as causas, estabelecendo estratégias de manejo para as áreas analisadas, sendo, para isso, adotado o modelo de Pressão-Estado-Resposta (OECD, 1994). Esse modelo baseia-se em três frentes, a pressão do homem, o estado do meio e a resposta da sociedade, servindo para identificar as prováveis causas dos impactos ambientais e definir as estratégias de manejo. Finalmente a etapa oito, tratará do monitoramento dos indicadores de impacto fornecendo os dados para uma avaliação contínua de ações de manejo a serem implantadas.

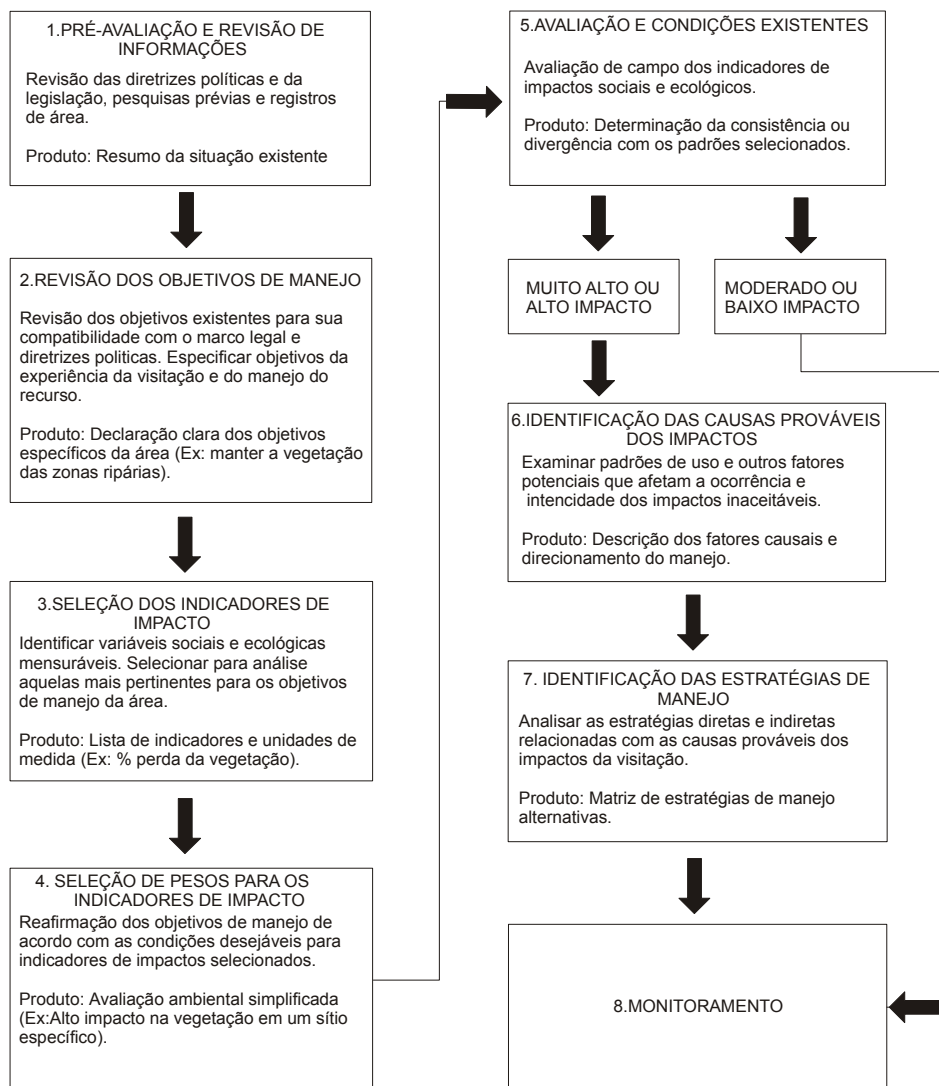


Figura 2 - Etapas do processo de planejamento de avaliação ambiental simplificada usada na bacia hidrográfica da Servidão.

Tabela 1 - Modelo do questionário aplicado em campo com possíveis indicadores de impactos e índice de avaliação ambiental simplificada (Sardinha et al., 2007).

INDICADORES BIOFÍSICOS	Peso	INDICADORES BIOFÍSICOS	Peso
Cobertura vegetal no entorno		Erosão no entorno	
Sem vegetação	0	Boçoroca	0
Com vegetação rasteira	1	Sulco	1
Com vegetação arbustiva	2	Ravina	2
Com vegetação arbórea	3	Sem erosão	3
Fauna no entorno		Riscos associados à saúde	
Ausência de animais nativos	0	Escorregar/ferimento fatal	0
Pouca presença animais nativos	1	Escorregar/ferimento traumático	1
Moderada presença animais nativos	2	Escorregar/ferimento leve	2
Grande presença de animais nativos	3	Sem risco associado	3
Lixo no entorno		Som	
Muito lixo	0	Grande quantidade de som	0
Pouco lixo	1	Média quantidade de som	1
Lixo em latões	2	Pequena quantidade de som	2
Sem lixo	3	Sem problemas com som	3
Saneamento		Danos ao paisagem	
Esgoto	0	Vandalismo	0
Fossa	1	Danos no entorno	1
Dejetos ou urina	2	Inscrições em rocha vegetação	2
Ausente	3	Sem danos	3

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação ambiental simplificada

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos da bacia do Córrego da Servidão, localizada em Rio Claro – SP. A Figura 3 nos mostra a porcentagem de impacto ambiental para os pontos analisados no Córrego da Servidão. A Figura 4 apresenta fotos dos pontos de avaliação.

Tabela 2. Resultados da avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Córrego da Servidão.

Pontos	TIPO DE IMPACTO			
	Mínimo ou pouco	Moderado	Alto ou preocupante	Muito alto
P1	X			
P2				X
P3		X		
P4			X	

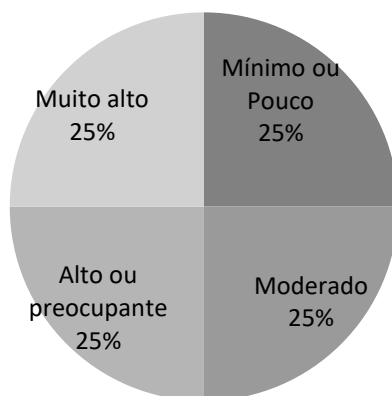


Figura 3. Porcentagem de impacto ambiental para os pontos analisados na bacia do Córrego da Servidão.

A região da nascente do Córrego da Servidão localiza-se no ponto de avaliação P1. Ela está situada, a partir de 1971, em um reservatório artificial de 424 m² localizado

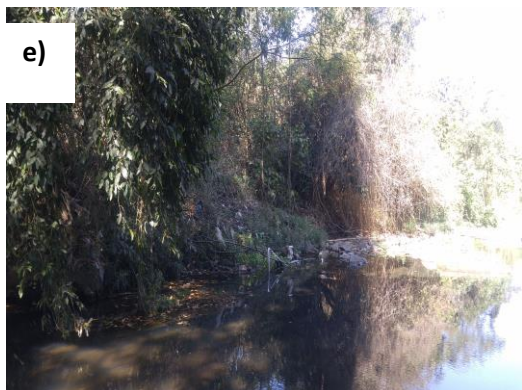
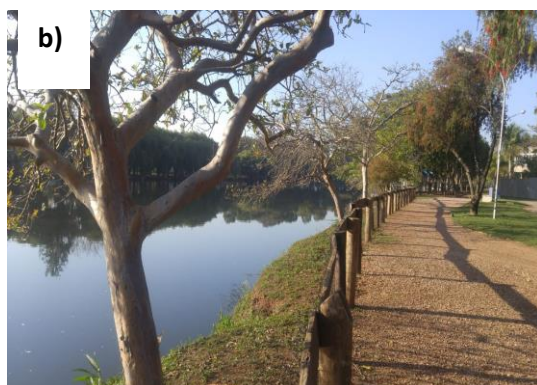
no Parque Municipal do Lago Azul. Tal parque é uma área entre o bairro Santana e Vila Aparecida, no norte da cidade, ocupando uma área de aproximadamente 130.000m². Neste ponto de avaliação há vegetação arbórea, sem muitas gramíneas, havendo também alguma vegetação arbustiva. Pode-se observar que a vegetação é igualmente espaçada, indicando que foi plantada, sem vegetação original. Há a presença de uma moderada quantidade de animais nativos, sendo a maior desses animais pássaros como garças, patos, socós e biguás. Entorno do lago há pouco lixo, existindo vários latões no parque para as pessoas descartarem seu lixo. Não existe nenhum cano de esgoto que desemboca no ponto. No entorno do lago existe uma cerca, que evita até certo ponto, quaisquer riscos associados a aproximações e quedas no lago. O parque possui apenas uma pequena quantidade de som devido às pessoas que ali visitam. A erosão no entorno é ausente e a paisagem não contém danos. Todos esses parâmetros indicam um tipo de impacto mínimo ou pouco nesse ponto.

O ponto de avaliação P2 está localizado próximo à entrada da cidade, diretamente ao lado Av. Pres. Tancredo de Almeida Neves. Nesse ponto encontra-se uma parte a céu aberto do Córrego da Servidão, sendo que o mesmo possui uma grande parte canalizada sob a cidade. Nesse ponto, não há vegetação substancial em seu entorno, apenas a parte eutrofizada desse trecho do córrego. Não existem presença de animais no local. Podemos observar também um despejo de esgoto, fator responsáveis pela presença de óleos, graxas e espumas, que tornam as águas turvas e fétidas. Pouco lixo se encontra nesse ponto, porém existe a grande poluição sonora, devido ao grande fluxo de automóveis na avenida ao lado. Existe o risco de escorregamento com ferimento fatal caso queira acessar esse ponto.

O ponto de avaliação P3 está localizado no bairro da Vila Romana, logo abaixo de uma ponte da Av. 14JN. Esse ponto possui uma grande vegetação arbórea e arbustiva em seu redor. As águas são menos turvas e fétidas do que no ponto de avaliação P2, porém existe uma saída de esgoto para o córrego e pouco lixo, preso na vegetação e flutuando na água. O local é ausente de animais nativos, possui pouco barulho (apenas quando carros passam pela ponte), não possui nenhum dano por erosão ou vandalismo e sem riscos associados.

O ponto de avaliação P4 também se encontra localizado abaixo de uma ponte, que liga a rua 13 Jn com a rua 15 Jn, no bairro Jardim Novo II. Esse ponto possui uma

vegetação arbórea parcial no entorno do corpo d'água, porém não são avistados nenhum animal nativo. Podemos observar uma grande quantidade de lixo acumulado no começo da vertente, o que, depois de uma chuva forte ou moderada, pode arrastar grande parte desse lixo para o córrego. Também, na vertente, próximo ao corpo d'água, podemos observar a formação de uma voçocora. Não há despejo de esgoto nesse ponto, porém há uma pequena quantidade de som (devido à passagem de carros sobre a ponte) e danos no entorno.



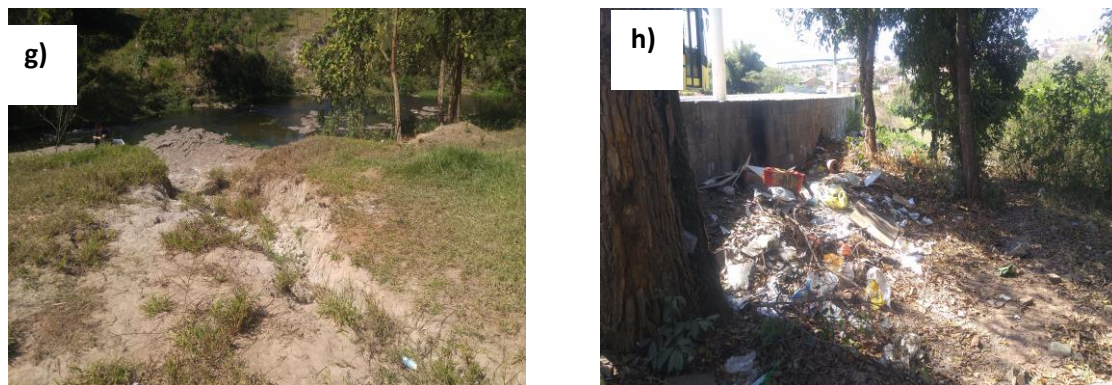


Figura 4 - Fotografias de alguns pontos avaliados: P1 (a) e (b), P2 (c) e (d), P3 (e) e (f), P4 (g) e (h).

4.2 Parâmetros físico-químicos

A média dos resultados dos parâmetros físico-químicos caracterizados nas águas da bacia do Córrego da Servidão do município de Rio Claro – SP é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Média dos resultados mensais, dos parâmetros físico-químicos caracterizados nas águas fluviais da bacia hidrográfica do Córrego da Servidão, Rio Claro - SP.

Pontos	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Temp ($^{\circ}\text{C}$)	pH	OD (mg/L)	TDS (mg/L)	TSS (mg/L)
P1	77,3	22,9	6,2	5,5	52,8	11,2
P2	107,7	23,9	6,5	6,8	77,3	2,2
P3	97,7	21,8	6,6	7,0	72,2	2,0
P4	99,8	22,1	6,7	7,6	73,5	1,6
Média	95,6	22,7	6,5	6,7	69,0	4,2

O parâmetro de condutividade condiz com a capacidade de uma solução transportar corrente elétrica. Porém, segundo Hermes & Silva, (2004), “Esse parâmetro não especifica quais íons estão presentes em solução, podendo atribuir altos índices de condutividade a fontes não pontuais, como efluentes de áreas residuais e/ou urbanas, águas de drenagem de sistema de irrigação e escoamento superficial de áreas agrícolas”. O valor médio analisado para a condutividade na bacia do Córrego da Servidão foi de $95,6 \mu\text{S}/\text{cm}$, sendo os menores valores obtidos nos pontos P1 e P3 ($77,3 \mu\text{S}/\text{cm}$ e $97,7 \mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente) e os maiores obtidos nos pontos P2 e P4 ($107,7 \mu\text{S}/\text{cm}$ e $99,8 \mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente). A Figura 5 ilustra os valores de condutividades ao longo das

estações de amostragem, ficando evidente que os valores de condutividade aumentam do período chuvoso para o período seco, bem como do ponto P1 para os demais pontos de amostragem.

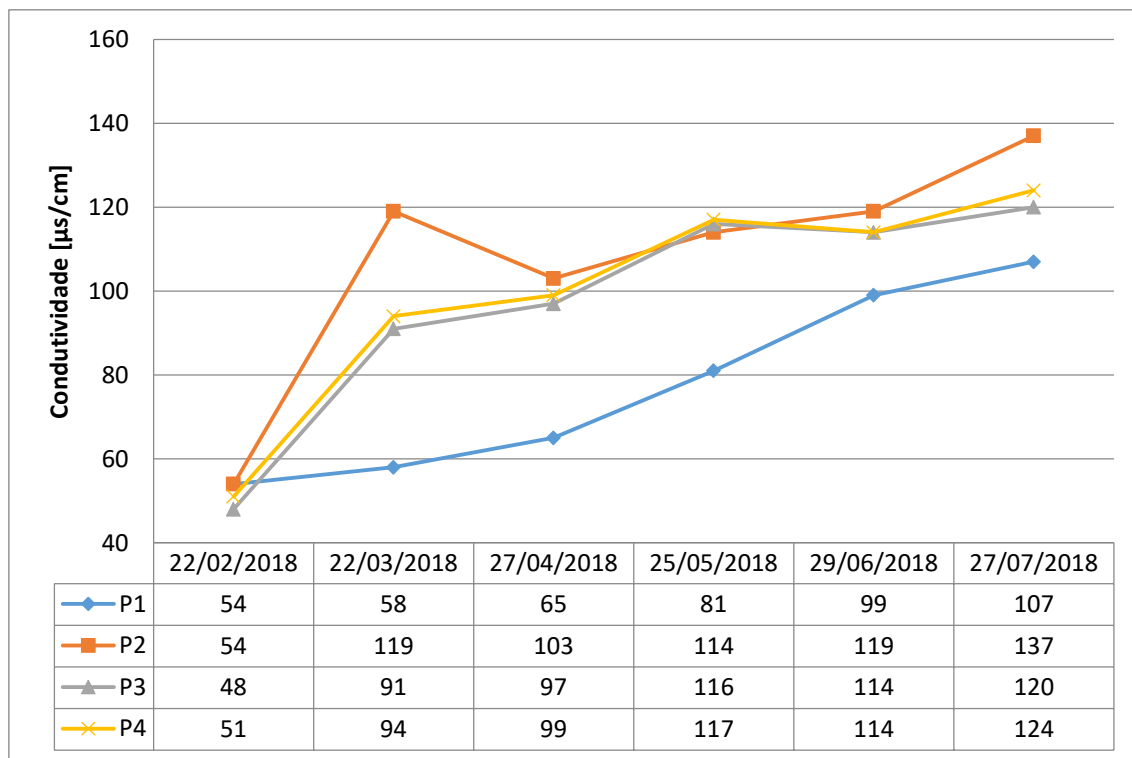


Figura 5. Valores de condutividade elétrica obtidos durante este estudo para o Córrego da Servidão.

Segundo a Agência Nacional de Águas (2013), “A temperatura da água é o resultado da radiação solar incidente sobre a água”. Exerce grande influência nas atividades biológicas e no crescimento dos organismos; também determina os tipos de organismos que habitam o local, uma vez que estes têm uma faixa preferida de temperatura para se desenvolverem. Através dos resultados da Tabela 3, pôde ser observada uma variação média de apenas 2°C da temperatura da água entre os pontos de amostragem. O maior valor médio para a temperatura da água foi obtido no P2 (23,9°C), sendo a temperatura média da água em todos os pontos de 22,7°C. A Figura 6 ilustra os valores de temperatura em longo das estações de amostragem, ficando evidente que os valores de temperatura diminuem do período chuvoso para o período seco, evidenciando uma sazonalidade climática.

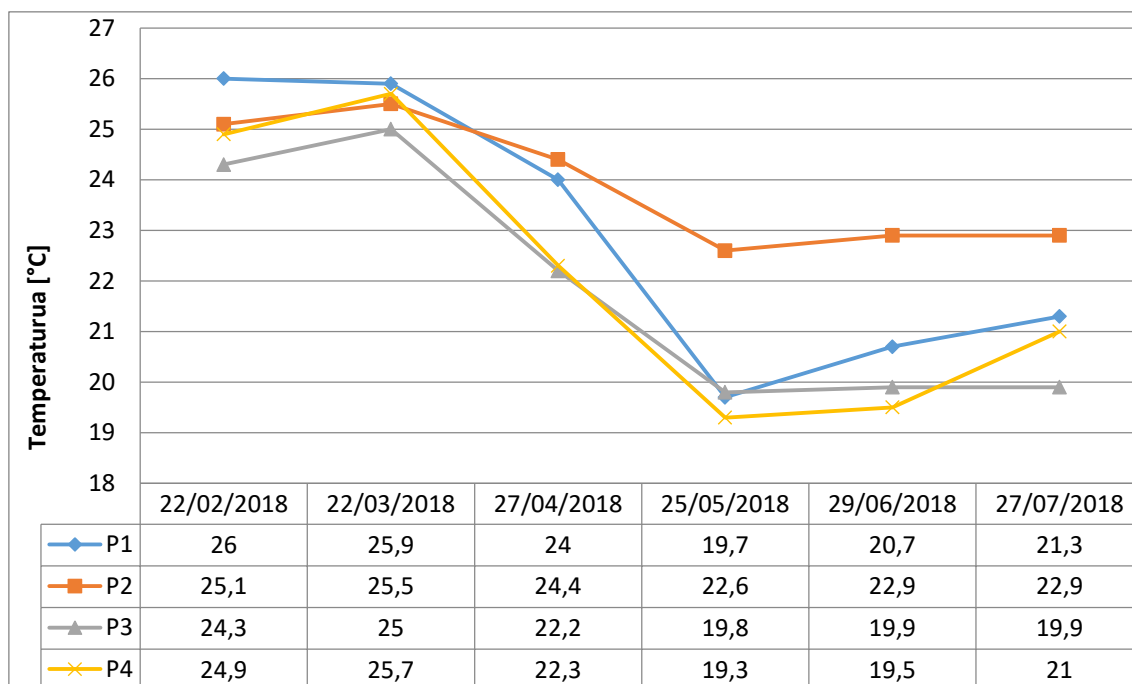


Figura 6. Valores de temperatura obtidos durante este estudo para o Córrego da Servidão.

O pH é uma medida que varia de 0 a 14, determinando se a solução aquosa é ácida ou alcalina, sendo ácida ($\text{pH} < 7$), neutra ($\text{pH} = 7$) ou alcalina ($\text{pH} > 7$). É um dos parâmetros mais importantes na análise de águas devido sua influência direta no ecossistema aquático sobre a fisiologia de diversas espécies. O pH influencia os processos bioquímicos, como as trocar iônicas para o meio extracelular; afetando diversos processos de absorção e excreção de substâncias orgânicas e iônicas. Certas condições de pH tem efeito indireto, podendo contribuir para precipitação de elementos químicos tóxicos (ANA, 2013). Os valores de pH caracterizados nos pontos de amostragem no Córrego da Servidão indicam que suas águas estão levemente ácidas (pH médio 6,5) , sendo o maior valor médio de pH registrado obtido no ponto de amostragem P4 (6,7) e o menor valor médio no ponto de amostragem P1 (6,2). Os valores de pH não mostraram variação sazonal para todos os pontos de amostragem (Fig. 7).

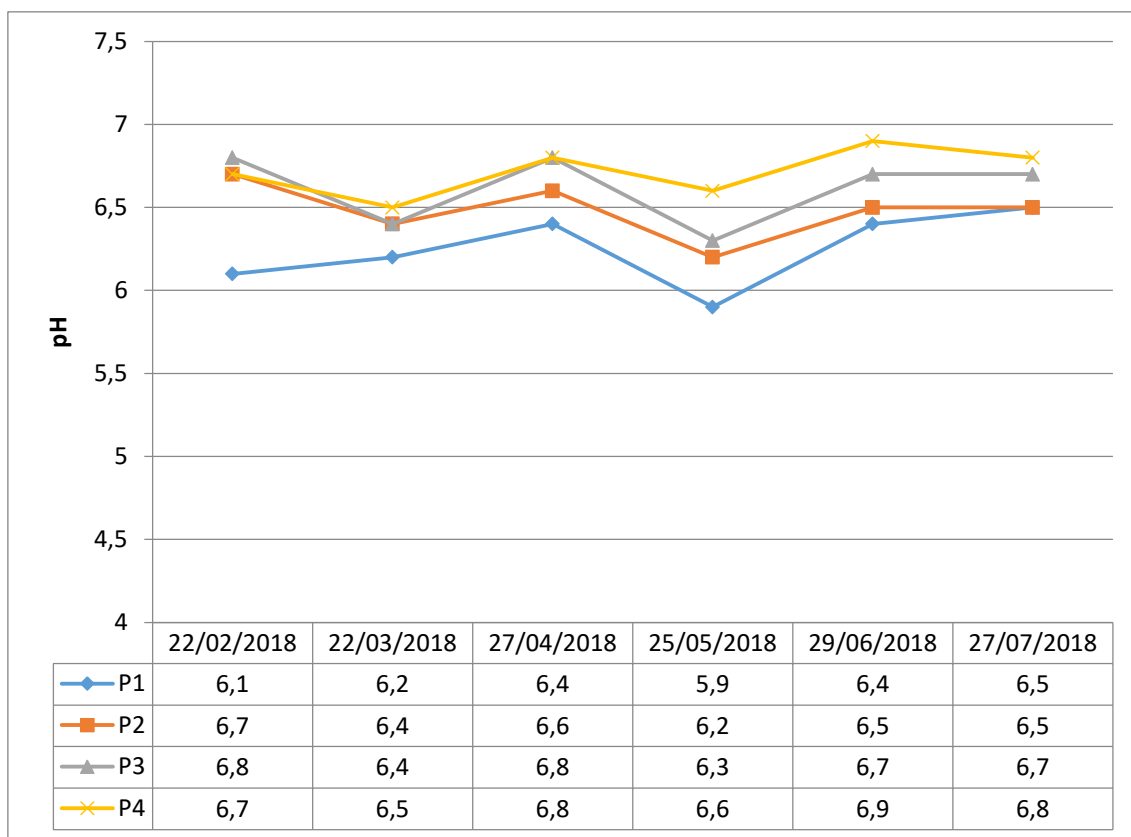


Figura 7. Valores de pH obtidos durante este estudo para o Córrego da Servidão.

O oxigênio dissolvido é extremamente importante para a caracterização da dinâmica de ambientes aquáticos. É essencial para o metabolismo dos organismos aeróbios que habitam o meio hídrico e para o equilíbrio das comunidades aquáticas. Sua solubilidade em água depende da temperatura e da pressão (ANA, 2013). As perdas da concentração de O_2 dissolvidos na água se devem ao seu consumo através da decomposição de matéria orgânica, perda para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos, como o ferro e o manganês. (ESTEVES, 1998).

As maiores e menores concentrações de oxigênio dissolvido puderam ser encontradas nos pontos de amostragem P4 (7,6 mg/L) e P1 (5,5 mg/L), respectivamente. Atribuí-se o crescente aumento da quantidade de oxigênio dissolvido na água devido ao fluxo do Córrego da Servidão, que oxigena naturalmente as águas fluviais. Em relação à sazonalidade, observa-se uma ligeira diminuição dos valores de oxigênio dissolvido no período de seca (Fig. 8).

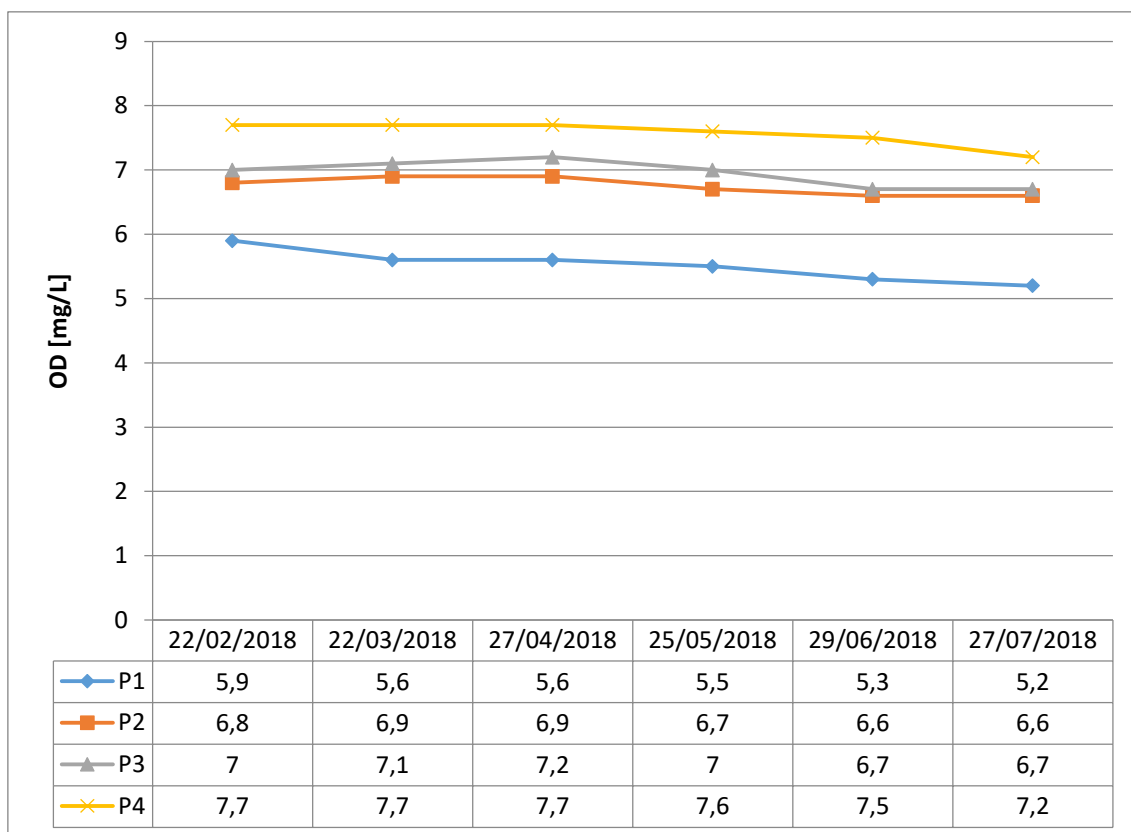


Figura 8. Valores de oxigênio dissolvido obtidos durante este estudo para o Córrego da Servidão.

Os sólidos totais são toda matéria que permanece, como resíduo na água, após a evaporação, secagem ou calcinação, a uma temperatura pré-estabelecida durante um período fixado. A medição desses sólidos é importante pois podem causar impactos no ambiente aquático, como por exemplo na incidência de luz, podem danificar os leitos das desovas dos animais, ou até atuar no aumento de sedimentação no leito dos rios, destruindo organismos que fornecem alimento. Esses sólidos totais também podem reter bactérias e resíduos orgânicos, promovendo uma maior decomposição anaeróbia. (ANA, 2013). Os sólidos totais dissolvidos são a soma dos constituintes químicos dissolvidos na água. Os sólidos em suspensão são os sólidos que permanecem suspensos na água devido ao seu movimento. Podemos observar que a menor e a maior quantidade de sólidos totais dissolvidos (TDS) foi obtida nos pontos de amostragem P1 (52,8 mg/L) e P2 (77,3 mg/L), sendo a média dos pontos de amostragem de 69,0 mg/L. Inversamente ao observado para o TDS, a quantidade de sólidos totais em suspensão (TSS) foi quantificada no ponto de amostragem P1 (11,2 mg/L), com média de 4,2 mg/L. As

figuras 9 e 10 ilustram a variação sazonal de TDS e TSS, respectivamente, ilustrando o aumento da concentração de TDS no período seco e de TSS no período chuvoso.

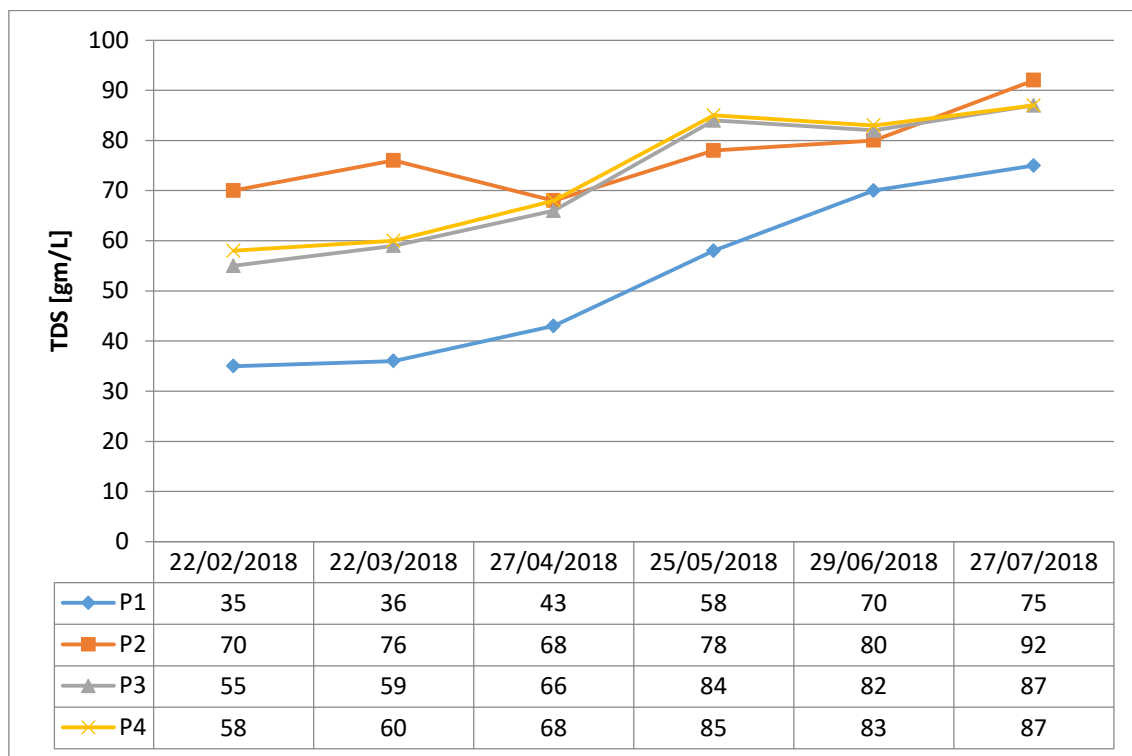


Figura 9. Valores de TDS obtidos durante este estudo para o Córrego da Servidão.

De acordo com o Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977, o Córrego da Servidão está enquadrado como Classe 4, a qual é definida segundo a Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 como: águas doces (salinidade igual ou inferior a 0,50 ‰) destinadas à navegação; à harmonia paisagística. As águas doces de Classe 4 devem observar as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas, não naturais: virtualmente ausentes;
- II - odor e aspecto: não objetáveis;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C_6H_5OH ;
- VI - OD, variando entre 4,0 e 2,0 mg/L O_2 em qualquer amostra;
- VII - pH: 6,0 a 9,0.

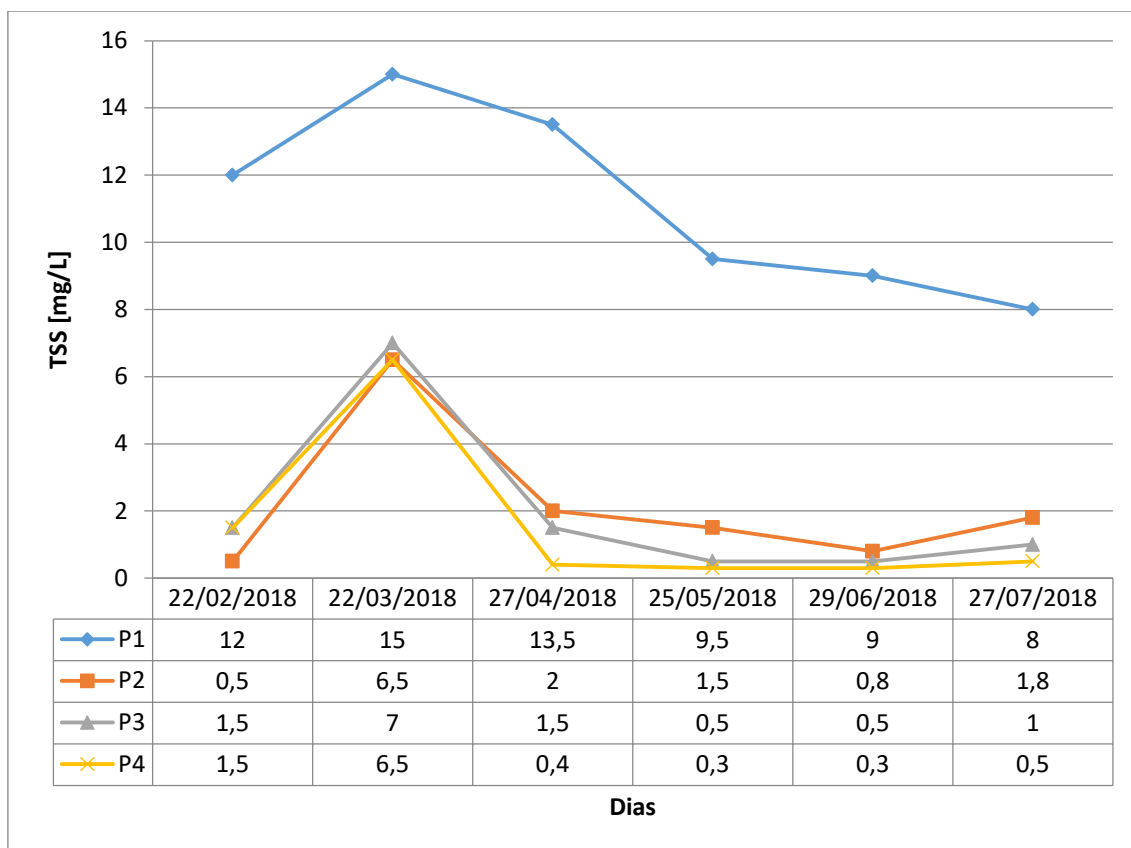


Figura 10. Valores de TSS obtidos durante este estudo para o Córrego da Servidão.

Através dos resultados apresentados nesse trabalho, todos os valores de pH estão dentro dos parâmetros definidos para um corpo d'água pertencente à Classe 4. Em relação aos valores de OD, a concentração de oxigênio dissolvido está maior em relação ao estipulado no item VI proposto pela resolução da CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005. Isso nos mostra uma melhora na qualidade da água, devido a despoluição do Córrego da Servidão, terminada em 2016, podendo enquadrar os parâmetros de OD com os de um corpo d'água pertencente à Classe 2, sendo valores de OD acima de 5,0 mg/L. Porém, de acordo com a avaliação ambiental, foi observado que no Córrego da Servidão existem materiais flutuantes, mau odores, óleos e graxas, indicando que somente a coleta de esgoto realizada não foi suficiente para uma melhora geral no entorno dos pontos avaliados no Córrego da Servidão.

No município de Rio Claro – SP, a empresa BRK Ambiental monitora ao todo 59 pontos em corpos hídricos, sendo 13 desses pontos denominados pela empresa de “Servidão e afluentes (GS)”. A BRK realiza coleta e análise mensal destes 13 pontos, analisando os seguintes parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido

(OD), temperatura, turbidez, condutividade elétrica e demanda química de oxigênio (DQO), tendo em diferencial analisado do presente trabalho os parâmetros de turbidez e DQO. A partir dos resultados das análises feitas dos parâmetros de pH, OD e DQO, a amostra recebe o parecer de “Ótimo”, “Bom”, “Regular” ou “Ruim” e então é feito o ICC-G (Índice de Corpos Hídricos Conformes – Geral), criado pela empresa, que é calculado através da Equação 1.

$$\text{ICC-G} = (\text{n}^\circ \text{ de amostras conformes} / \text{n}^\circ \text{ de amostras coletadas}) * 100 \quad (1)$$

De acordo com a empresa “Considera-se como amostra conforme aquela que apresentou parecer Ótimo, Bom ou Regular. As amostras não conformes são as que apresentaram parecer Ruim.” Porém, através de seu Relatório de Monitoramento de Corpos Hídricos de Junho/2018 (Anexo 1), não pôde ser verificado o critério de classificação dos pareceres Ótimo, Bom, Regular ou Ruim, através dos parâmetros apresentados. Por este motivo, a realização de um trabalho de monitoramento independente da empresa BRK, mesmo que atrelado a um período de tempo pequeno, como é o caso de trabalho, deve ser conduzido para que as condições do Córrego da Servidão sejam observadas. Consequentemente, os resultados do monitoramento poderiam trazer informações para um efetivo planejamento e gestão deste importante córrego que escoa por quase toda a cidade de Rio Claro.

4.3 Monitoramento e estratégias de manejo

Os resultados gerados através da avaliação ambiental simplificada mostram que metade dos pontos de coleta estão em níveis de impacto como “alto ou preocupante” e “muito alto”. Então, pelo método proposto, é necessário que esses pontos tenham a identificação das causas prováveis de seus impactos ambientais e estratégias de manejo. Depois da realização dessas etapas, esses pontos devem ser monitorados, proporcionando um controle eficaz dos recursos naturais desta bacia.

Esse monitoramento ambiental deve ser feito utilizando técnicas embasadas em consultas à literatura e debatendo com profissionais dessa área, a fim de obter dados (através de coletas, análises e avaliação de dados ambientais) para uma melhor orientação de manejo do local. Todas essas ações, a longo prazo, podem oferecer uma

grande base de dados para futuras pesquisas em relação ao uso desse recurso natural, além de definir os objetivos dessa ação de manejo e, ao mesmo tempo, verificando se as mesmas estão produzindo resultados satisfatórios para o ambiente.

Utilizando o modelo Pressão – Estado – Resposta (OECD, 1994), foi possível identificar certas estratégias de manejo para os pontos de coleta analisados, que possuem níveis de impacto “alto ou preocupante” e “muito alto” (Tabela 4). Os indicadores biofísicos mais afetados na área urbana do Córrego da Servidão são o lançamento de esgotos “*in natura*”, acúmulo de lixo ao redor e dentro do corpo d’água, além da perda de biodiversidade e da cobertura vegetal.

Além das sugestões acima para diminuir os impactos ambientais na bacia do Córrego da Servidão, é possível citar outras medidas que poderiam ser implantadas, como:

- Implementar projetos de educação e ações da sociedade;
- Manter diálogo com as comunidades locais de maneira que conscientize a população;
- Criar mecanismos que facilitem essa interlocução entre sociedade e poder público;
- Utilizar técnicas de conservação de solo;
- Fomentar atividades florestais sustentáveis.

Tabela 4. Sugestão de estratégias de manejo, para os pontos de avaliação P2 e P4, elaboradas em função dos impactos detectados e suas causas prováveis.

<u>Indicador</u>	<u>Pressão</u>	<u>Estado</u>	<u>Resposta</u>
Saneamento	Lançamento de efluentes	Despejos "in natura" de esgoto	Sistema de tratamento de efluentes adequado e abrangente para a bacia do Córrego da Servidão
Lixo	Poluição do recurso	Presença de lixo	Estruturação e sinalização do local para a coleta e disposição adequada dos resíduos, bem como instrução para comunidade evitar o despejo de lixo.
Erosão	Perda de solo	Erosão	Recuperação das áreas degradadas

Impactos sonoros	Perturbação e desequilíbrio do ecossistema	Presença de som	Estudo apropriado revelando a capacidade do meio em relação aos impactos sonoros
Riscos à saúde	Acidentes leves até fatalidades	Riscos de escorregar/ferimento fatal	Estrutura adequada à prestação de serviços e sinalização
Danos ao atrativo	Danos no entorno e poluição visual	Danos no entorno	Constantes fiscalizações, sinalização adequada e restauração ao máximo do estágio natural
Fauna	Perda da biodiversidade	Não há presença de animais nativos	Recuperação das áreas degradadas
Cobertura vegetal	Desmatamento da flora ciliar	Sem vegetação	Cumprimento legal e conservação das áreas de APP's, recuperação das áreas degradadas, controle e planejamento adequados à expansão urbana

Outra sugestão seria implementar programas de educação ambiental nas escolas e para a população local, fomentando assim uma formação consciente dos valores dos ecossistemas encontrados, relacionando o cotidiano com os recursos naturais e mantendo uma harmonia entre eles.

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir através desenvolvimento do presente trabalho que o Córrego da Servidão, localizado no município de Rio Claro – SP e enquadrado pelo Decreto Estadual nº 10.755, de 22 de novembro de 1977 como corpo de água pertencente à Classe 4, obteve uma melhora em sua qualidade da água, referente à análise físico-química. Essa melhora se deu devido a obra de despoluição do Córrego da Servidão, terminada em 2016, e que possibilitou que tal parâmetro pudesse ser enquadrado à um corpo de água pertencente à Classe 2. Porém, através dos resultados da avaliação ambiental simplificada, foi constatado que metade dos pontos de coleta possuem níveis de impacto como “alto ou preocupante” e “muito alto”, sendo que o córrego encontra-se

afetado por certos fatores, como: Ausência de fauna, ausência de flora, despejo de esgoto e acúmulo de lixo. É então necessário que medidas mitigadoras sejam realizadas para que tais impactos sejam reduzidos, bem como a criação de um programa de educação ambiental e de conscientização da população local.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Unidade – 3, Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios. Brasília – DF. 2013. Disponível em: https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/76/6/Unidade_3.pdf

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005) Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, IBAMA. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

BRASIL. Decreto nº 10.755, de 22 de nov. de 1977. Enquadramento dos corpos de água receptores na classificação prevista no Decreto nº 8.468, de 8 de setembro de 1976, Brasília,DF, nov 1977. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/1977/decreto-10755-22.11.1977.html>

CHRISTOFOLETTI, Sergio Ricardo; Conceição, Fabiano Tomazini da; Spatti Júnior, Eder Paulo. Relações hidroquímicas aplicadas a avaliação da qualidade da água e diagnóstico ambiental da bacia do Córrego Ibitinga, Rio Claro (SP). Geociências, v. 34, n. 2, p. 224-237, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/135777>

CONCEIÇÃO, Fabiano Tomazini da; Sardinha, Diego de Souza; Santos, Carolina Mathias dos. Avaliação ambiental simplificada dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Ribeirão Preto, São Paulo. Olam: Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 1, p. 36-60, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/134521>.

DREW, D. Processos interativos homem-meio ambiente. São Paulo: DIFEL, 1986

ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Interciência, Rio de Janeiro. 602 pp.

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. Avaliação da qualidade das águas: manual prático. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 55p.

MARENGO, José Antônio. (2008). Água e mudanças climáticas. *Estudos Avançados*, 22(63), 83-96. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200006>

MORAES, Isabel Cristina; Conceição, Fabiano Tomazini; Cunha, Cenira Maria Lupinacci da; Moruzzi, Rodrigo Braga; Interferência do uso da terra nas inundações da área urbana do Córrego da Servidão, Rio Claro (SP). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Brasília, v. 13, n. 2, p.187-200, 2012.

OECD - Organization for Economic Co-Operation and Development. OECD core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. Paris, OCDE/GD (93)179, 39p., 1994.

SARDINHA, Diego S.; Godoy, Letícia Hirata; Conceição, Fabiano Tomazini da. Índice de análise ambiental simplificado na avaliação de impactos nos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Ribeirão do Meio, Leme, São Paulo, Brasil. *Augm Domus*, v. 2, p. 82-97, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/134510>

SARDINHA, Diego de Souza et al. Impactos do uso público EM atrativos turísticos naturais no município de Altinópolis (SP). *Geociencias*, v. 26, n. 2, p. 161-172, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/70114>>.

SCHMIDT, Karen Conservani. Efeitos da ocupação e uso da terra na bacia do córrego da Servidão, no cenário de 1995-2006. 2012. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/121101>

PINTO, N. L; HOLTZ, A.C; MARTINS, J. e GOMIDE, F.L. Hidrologia Básica. Edgard Blucher. São Paulo. 1976. p. 36-43.

TUCCI, C.E.M; MARQUES, D.M.L.M. Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

TUCCI, C.E.M. (org.) Hidrologia: Ciência e aplicação; 4ª ed. Porto Alegre: ed. UFRGS/ABRH, 2009. p.943.

ANEXO 1

BRK Ambiental - Monitoramento de corpos hídricos – Junho/2018.

MONITORAMENTO DE CORPOS HÍDRICOS

Para a BRK Ambiental – Rio Claro não basta apenas realizar obras. É necessário cuidar para que todo o sistema implantado esteja sempre em pleno funcionamento. O programa de monitoramento de rios e córregos é a ferramenta utilizada para detectar problemas que podem ser provocados por rompimentos na rede pública de esgoto ou lançamentos irregulares. Com equipamentos como o oxímetro, o pHmetro e o turbidímetro, é possível medir nos principais corpos d'água os níveis de oxigênio dissolvido, pH e turbidez, respectivamente, que mostram se há alterações na qualidade da água. Em laboratório, as amostras coletadas também passam por análise. Caso os resultados não estejam dentro dos padrões, inicia-se uma busca pelo local onde pode estar ocorrendo o problema.

O monitoramento se divide em três grandes grupos:

- *Grupo Ribeirão Claro e afluentes (GR);*
- *Grupo Corumbataí e afluentes (GC);*
- *Grupo Servidão e afluentes (GS).*

Para cada amostra coletada, são analisados potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), temperatura, turbidez, condutividade e Demanda Química de Oxigênio (DQO). A partir dos resultados de pH, OD e DQO, a amostra recebe o parecer "Ótimo", "Bom", "Regular" ou "Ruim". Para acompanhar o desempenho do monitoramento dos corpos hídricos criou-se o indicador ICC-G (Índice de Corpos Hídricos Conformes – Geral), que é calculado da seguinte forma:

$$\frac{100 * N^{\circ} \text{ de Amostras Conformes}}{N^{\circ} \text{ de Amostras Coletadas}}$$

Considera-se como amostra conforme aquela que apresentou parecer Ótimo, Bom ou Regular. As amostras não conformes são as que apresentaram parecer Ruim.

Ao todo são monitorados 59 pontos em corpos hídricos do município com datas definidas de acordo com uma programação mensal de coletas feita pela equipe operacional da BRK Ambiental – Rio Claro. A tabela a seguir apresenta a lista de cada ponto monitorado mensalmente. Esse trabalho é feito preventivamente com o objetivo de avaliar o resultado de suas ações operacionais e de investimentos na despoluição de todos os cursos de água da cidade de Rio Claro. Adicionalmente, esse monitoramento ajuda a avaliar as condições dos interceptores, emissários e coletores, pois, caso tenham qualquer problema de vazamento ou obstrução, tais situações podem ser detectadas pelas análises e rapidamente reparadas.

A seguir, apresentamos a lista detalhada dos pontos monitorados mensalmente.

		MONITORAMENTO DE CORPO HÍDRICO		
Grupo	Ponto	Corpo Hídrico	Descrição	Frequência da coleta
Corumbataí	18	Rio Corumbataí	ETE Ferraz - Montante	Mensal
	19	Rio Corumbataí	ETE Ferraz - Jusante	Mensal
	20	Rio Corumbataí	ETE Ajapi - Montante	Mensal
	39	Rio Corumbataí	Jusante da confluência com a Área Alagável	Mensal
	21	Rio Corumbataí	ETE Ajapi - Jusante	Mensal
	58	Rio Corumbataí	Captação de Água	Mensal
	40	Não Identificado	EEE Progresso I	Mensal
	41	Não Identificado	Vila Boa Vista	Mensal
	57	Córrego Olinda	Rua 14 c/ Av. M39 (Pq. São Jorge)	Semanal
	34	Córrego Olinda	Jd. Santa Maria (Próximo ao Bota Fora)	Semanal
	35	Córrego Olinda	Foz do Córrego Olinda	Semanal
	22	Rio Corumbataí	ETE Flores - Montante	Mensal
	23	Rio Corumbataí	ETE Flores - Jusante	Mensal
	42	Não Identificado	Ponte Paineiras/Santa Elisa	Mensal
	43	Não Identificado	Rodovia Washington Luís, km 178	Mensal
	24	Córrego das Araras	ETE Batovi - Montante	Mensal
	25	Córrego das Araras	ETE Batovi - Jusante	Mensal
	26	Rio Corumbataí	ETE Palmeiras - Montante	Mensal
	27	Rio Corumbataí	ETE Palmeiras - Jusante	Mensal
	51	Rio Corumbataí	Jusante da confluência com o Córrego Servidão (Jusante ETE Jd. Novo)	Mensal
	59	Rio Corumbataí	Usina Hidrelétrica do Corumbataí	Mensal
	30	Córrego Assistência	ETE Assistência - Montante	Mensal
	31	Córrego Assistência	ETE Assistência - Jusante	Mensal
	63	Rio Corumbataí	ETE Jardim Novo - Montante	Mensal
Ribeirão Claro	0	Rio Ribeirão Claro	Ponte Wilson Finardi, km 63	Mensal
	32	Não Identificado	Rua 25 Mãe Preta	Mensal
	1	Córrego Cachoeirinha	Antiga Cervejaria - Jusante	Mensal
	3	Rio Ribeirão Claro	Ponte Estrada Velha Araras	Mensal
	5	Não Identificado	Bandeirantes - Montante Emissário (Antiga Captação de Água)	Mensal
	6	Não Identificado	Bandeirantes - Jusante Emissário (Antiga Captação de Água)	Mensal
	36	Rio Ribeirão Claro	UNESP	Mensal
	7	Rio Ribeirão Claro	Captação de Água - Montante (Represa)	Semanal
	8	Rio Ribeirão Claro	Captação de Água - Jusante (Emissário)	Mensal
	49	Córrego Lavapés	Marmoraria Barsotti	Mensal
	52	Córrego Lavapés	FEENA (ponte)	Mensal
	9	Córrego Lavapés	Foz do Córrego Lavapés	Mensal
	10	Rio Ribeirão Claro	Montante da confluência com o Córrego Lavapés	Mensal
	11	Rio Ribeirão Claro	Jusante da confluência com o Córrego Lavapés	Mensal
	60	Lago FEENA	Lago da FEENA - Saída	Mensal
	62	Não Identificado	Chácara Rio Claro	Mensal
	54	Córrego da Erosão	Av. P43 c/ rua P5 - Vila Paulista	Mensal
	12	Rio Ribeirão Claro	ETE Conduta - Montante	Mensal
	61	Rio Ribeirão Claro	ETE Conduta - Jusante 200m	Mensal
	15	Rio Ribeirão Claro	Jusante do emissário Bacia 10	Mensal
	16	Rio Ribeirão Claro	Rodovia Washington Luiz, km 170	Mensal
	17	Rio Ribeirão Claro	Usina Hidrelétrica do Corumbataí	Mensal
Servidão	48	Córrego Servidão	Lago Azul – Saída	Mensal
	55	Córrego Servidão	Av. Visconde de Rio Claro com Av. 18	Mensal
	102	Córrego Servidão	Av. Visconde de Rio Claro com Av. 14	Mensal
	101	Córrego Servidão	Av. Visconde de Rio Claro com Av. 10	Mensal
	56	Córrego Servidão	Av. Visconde de Rio Claro, entre Avs. 8 e 6	Mensal
	103	Córrego Servidão	Av. Visconde de Rio Claro, entre ruas 11 e 12	Mensal
	100	Córrego Servidão	Av. Tancredo Neves com rua 15	Mensal
	44	Não Identificado	Jd Mirassol c/ Av. Visconde de Rio Claro	Mensal
	50	Córrego Servidão	Vila Stecca	Mensal
	45	Córrego Servidão	Jd. Inocoop	Mensal
	46	Córrego Servidão	Jd. Novo II (Ponte Av. 14)	Mensal
	47	Córrego Servidão	Foz do Córrego Servidão	Mensal
	64	Córrego Servidão	Jusante ETE Jardim Novo - Servidão	Mensal

Em atendimento ao estabelecido conjuntamente com as autoridades ambientais, a BRK Ambiental Rio Claro tem monitorado a qualidade dos corpos d'água e disponibilizado o resultado deste monitoramento conforme descrito a seguir:

Período	ICC-G (%)
Janeiro/2016	98
Fevereiro/2016	100
Março/2016	100
Abril/2016	98
Maio/2016	100
Junho/2016	98
Julho/2016	98
Agosto/2016	98
Setembro/2016	98
Outubro/2016	98
Novembro/2016	100
Dezembro/2016	100
Janeiro/2017	98
Fevereiro/2017	100
Março/2017	100
Abril/2017	100
Maio/2017	100
Junho/2017	100
Julho/2017	100
Agosto/2017	100
Setembro/2017	100
Outubro/2017	100
Novembro/2017	100
Dezembro/2017	100
Janeiro/2018	100
Fevereiro/2018	100
Março/2018	100
Abril/2018	100
Maio/18	100
Junho/18	100

O Índice de Corpos Hídricos Conformes - Geral (ICC-G) em junho/18 foi de 100%. Significa que, das 59 amostras consideradas, 100% tiveram parecer ótimo, bom ou regular.