



INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GEISA DIAS GAIO

**A ZONA DE DESCONTINUIDADE URBANA DA REMONTA E SUA INFLUÊNCIA
NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO DAS ROSAS - JUIZ DE FORA/MG**

Orientador: Dr. PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO

JUIZ DE FORA

2019



INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

GEISA DIAS GAIO

**A ZONA DE DESCONTINUIDADE URBANA DA REMONTA E SUA INFLUÊNCIA
NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO DAS ROSAS - JUIZ DE FORA/MG**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, área de concentração Espaço e Ambiente, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientador: Dr. PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO

JUIZ DE FORA

2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

GAIO, GEISA DIAS.

A ZONA DE DESCONTINUIDADE URBANA DA REMONTA E SUA INFLUÊNCIA NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO DAS ROSAS - JUIZ DE FORA/MG / GEISA DIAS GAIO. -- 2019.

130 p. : il.

Orientador: PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2019.

1. Recursos Hídricos. 2. Qualidade da Água. 3. Zona de Descontinuidade Urbana. 4. Remonta. 5. Oxigênio Dissolvido. I. MACHADO, PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA, orient. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
CURSO DE MESTRADO

**A ZONA DE DESCONTINUIDADE URBANA DA REMONTA E SUA INFLUÊNCIA
NA QUALIDADE DAS ÁGUAS DO RIBEIRÃO DAS ROSAS - JUIZ DE FORA/MG**

Autora: GEISA DIAS GAIO

Orientador: Dr. PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO

Comissão Examinadora

Dr. PEDRO JOSÉ DE OLIVEIRA MACHADO (Orientador)
Departamento de Geociências – Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)

Dr. Ciro de Sousa Vale
Departamento de Educação e Ciências, do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais,
Campus Juiz de Fora.

Dr. Cezar Henrique Barra Rocha
Departamento de Transportes e Geotecnia – Universidade Federal de Juiz de Fora
(UFJF)

JUIZ DE FORA

2019

"Se queremos progredir, não devemos repetir a história, mas fazer uma história nova."

Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Lembro-me bem que essa pesquisa começou no ano de 2016, em uma aula de Recursos Hídricos, quando as primeiras ideias começaram a aparecer. Na época, eu sem experiência, ao conversar com o professor Pedro Machado fomos delineando as ideias e objetivos que engendraram essa pesquisa. É com muito carinho que agradeço a você Pedro, por ter acreditado em minha capacidade, pelas orientações, pelos trabalhos de campo, por toda paciência nesses dois anos e é claro, por toda competência e dedicação voltadas para a construção deste trabalho.

A Deus, agradeço por ter me dado força, inspiração, sabedoria e saúde.

Ao meu pai, à minha mãe e ao meu irmão por me mostrar, todos os dias, o sinônimo de amor e carinho. Obrigada por acreditarem em mim!

Aos militares do Campo de Instrução de Juiz de Fora, obrigada por me receberem de braços abertos para a realização dessa pesquisa, por toda ajuda em material, viaturas e ideias. Em especial agradeço ao Coronel Igor, ao Coronel André Luiz e ao Major Tigre Maia que apoiaram e incentivaram a realização desses estudos na área do Exército Brasileiro.

À equipe do laboratório da CESAMA, em especial Vivian, Cláudio e Wellington, agradeço imensamente por todo trabalho e ajuda nas coletas em campo e análises da água.

Ao professor César Rocha, obrigada por disponibilizar o NAGEA – NÚCLEO DE ANÁLISE GEO AMBIENTAL, por me ajudar nos trabalhos de campo, pelo empréstimo da Sonda Multiparamétrica e por ter aceitado o convite para essa defesa de mestrado.

Ao professor Ciro Vale, agradeço por ter se comprometido a se aventurar pela leitura deste trabalho e fazer parte desta banca, além é claro, de todo incentivo à vida acadêmica e à sala de aula.

Ao professor Márcio, agradeço pela disponibilidade em me ajudar com as interpretações das leituras da Sonda quando houve necessidade. Além, é claro, do apoio motivacional.

Aos integrantes do Colégio Militar de Juiz de Fora, agradeço imensamente por toda ajuda e apoio na realização desta pesquisa, em especial agradeço ao Coronel Paixão e à Major Beatriz que sempre me incentivaram a continuar estudando. Agradeço também à equipe de Geografia, principalmente, ao Major Oliveira por toda ajuda e colaboração para que eu pudesse realizar o mestrado nesses dois últimos anos. À seção do 9º ano agradeço por todo carinho e motivação!

Ao amigo Waltencir, gostaria de deixar registrado meus sinceros agradecimentos por toda ajuda com os mapas dessa dissertação e por todo carinho que recebi nos momentos difíceis desta escrita.

Ao amigo e companheiro de trabalho Gustavo, agradeço por cada palavra de incentivo, cada livro emprestado e cada explicação, que contribuíram para o enriquecimento desta pesquisa.

Ao professor e amigo Sandro Mendes agradeço pela correção ortográfica desse texto.

Ao Guilherme, muito obrigada pelos gráficos dessa pesquisa!

Agradeço também aos amigos que me apoiaram com palavras motivacionais, amizade e carinho. Vocês completam minha vida e me fazem sorrir! Em especial, agradeço à Fernanda, Marcela, Larissa, Dalyara, Cida, Tânia, Mariana, Isabela, Talitha, Fernanda Abrantes, José Deniac, Gilberto, João Paulo e Renato.

Ao curso de mestrado, agradeço à possibilidade de ter conhecido Mirella e Angel que, além de colegas de profissão, tornaram-se grandes amigas.

Por fim, agradeço a todos que, de uma forma ou de outra, fizeram este trabalho ser realizado!

RESUMO

O crescente e contínuo processo de urbanização tem sido responsável por afetar negativamente muitos elementos naturais, destacando-se as influências que resultam na alteração da qualidade das águas. Juiz de Fora não foge a essa regra geral. Com ausência de políticas integradas e eficientes na produção e transformação do espaço urbano, a cidade vem apresentando graves problemas decorrentes do crescimento populacional desordenado. Tal crescimento, acompanhado de uma ocupação indevida das áreas de mananciais contribui para a alteração do regime hídrico e redução da qualidade das águas. Dessa forma, no que tange aos aspectos de qualidade ambiental, mais especificamente à qualidade das águas urbanas, esse trabalho buscou avaliar a influência da Remonta – área que se caracteriza pela presença de uma expressiva cobertura vegetal e que funciona como uma zona de descontinuidade do processo urbano de Juiz de Fora – na qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, afluente urbano da margem esquerda do rio Paraibuna. A metodologia se fundamentou na avaliação da qualidade das águas desse ribeirão, em quatro pontos do seu baixo curso, avaliando vários parâmetros ecológicos ao longo do seu perfil longitudinal. Os resultados foram comparados com estudos paralelos de uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do ribeirão, bem como da distribuição das densidades demográficas. Os resultados das análises das águas do ribeirão foram comparados com os valores limites (padrões) estabelecidos pela legislação ambiental vigente (Resolução CONAMA 357/2005) e avaliados em relação aos padrões estabelecidos para as águas da Classe 1, na qual o Ribeirão das Rosas foi enquadrado pela Deliberação Normativa COPAM 16/1996. Através dos resultados dos parâmetros analisados nessa pesquisa, pode-se concluir que o comportamento da qualidade das águas do Ribeirão das Rosas se dá de maneira diversa ao dos demais cursos d'água urbanos, pois há uma tendência de melhoria em direção a jusante, confirmando a hipótese de que a área de Remonta contribui positivamente para uma significativa melhoria da qualidade das águas desse ribeirão.

Palavras-Chave: Qualidade da água, Uso e ocupação da Terra, Zona de Descontinuidade Urbana, Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Rosas.

ABSTRACT

The increasing and continuous process of urbanization has been responsible for affecting negatively many natural elements, highlighting the influences that result in the alteration of water quality. Juiz de Fora does not escape this general rule. With the absence of integrated and efficient policies in the production and transformation of the urban space, the city has presented serious problems due to the disorderly population growth. Such growth, coupled with undue occupation of the water source areas, contributes to the alteration of the water regime and reduction of water quality. Thus, regarding environmental quality aspects, more specifically concerning the quality of urban waters, this work sought to evaluate the influence of Remonta - an area characterized by the presence of a significant vegetation cover and that functions as a zone of discontinuity of the process urban area of Juiz de Fora - in the quality of the waters of Ribeirão das Rosas, an urban tributary of the left bank of the Paraíba river. The methodology was based on the evaluation of the water quality of this river, in four spots of its low course, evaluating several ecological parameters along its longitudinal profile. The results were compared with parallel studies of land use, occupation and land cover in the river basin, as well as the distribution of demographic densities. The results of river water analysis were compared with the limits established by the current environmental legislation (CONAMA Resolution 357/2005) and evaluated in relation to the standards established for Class 1 waters, in which Ribeirão das Rosas was framed by the Normative Resolution COPAM 16/1996. Through the results of the parameters analyzed in this research, it can be concluded that the behavior of the water quality of Ribeirão das Rosas occurs in a different way than the other urban water courses, since there is a trend towards downstream improvement, confirming the hypothesis that the area of Remonta contributes positively to a significant improvement of the water quality of this river.

Keywords: Water quality, Land use and occupation, Urban Discontinuity Zone, Ribeirão das Rosas Hydrographic Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do município de Juiz de Fora.....	31
Figura 2: Regiões de Planejamento de Juiz de Fora.....	33
Figura 3: Sistemas de áreas verdes e Unidades de Conservação em Juiz de Fora..	42
Figura 4: Classificação simplificada das impurezas contidas na água.....	45
Figura 5: Classes de águas e relação com usos e qualidade.....	49
Figura 6: Balanço de oxigênio dissolvido nos sistemas aquáticos.....	52
Figura 7: Localização da área de pesquisa e dos pontos de coleta de amostras.....	60
Figura 8: Densidade Demográfica da Bacia Hidrográfica Ribeirão das Rosas.....	62
Figura 9: Uso da Terra e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica Ribeirão das Rosas.....	63
Figura 10: Sonda multiparamétrica YSI Professional.....	66
Figura 11: Mapa de localização dos pontos de coleta.....	70
Figura 12: Coleta no primeiro ponto de coleta de água (Início da área do Exército).....	72
Figura 13: Primeiro ponto de coleta de água (Início da área do Exército).....	72
Figura 14: Parte do trecho encachoeirado entre os pontos 1 e 2 com nítida presença de poluição representada pela espuma branca.....	73
Figura 15: Parte do trecho encachoeirado entre os pontos 1 e 2 com nítida presença de poluição representada pela espuma branca.....	73
Figura 16: Coleta das amostras do ponto 2 realizada pelo técnico da CESAMA.....	74
Figura 17: Vista de cima da ponte onde foram realizadas as coletas do ponto 2.....	74
Figura 18: Imagem do ribeirão no segundo ponto de coleta de água vista a partir da ponte. ..	74
Figura 19: Terceiro ponto de coleta de água.....	75
Figura 20: Coleta de amostras referente ao ponto 4 realizada pelo técnico da CESAMA.....	76
Figura 21: Animais próximo ao ponto 4.....	76
Figura 22: Equipe participante da primeira coleta de água.....	77
Figura 23: Acondicionamento das amostras para transporte até o laboratório.....	78
Figura 24: Balde de inox utilizado na coleta.....	78
Figura 25: Sonda YSI – CESAMA.....	78
Figura 26: Guia de anotação de campo da CESAMA.....	79
Figura 27: Imagem utilizada para o mapeamento de uso e ocupação da terra para o ano de 2010 para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Rosas.....	80
Figura 28: Resultados das coletas realizadas pela CESAMA.....	87
Figura 29: Resultados das coletas realizadas com a Sonda Multiparamétrica.....	88

Figura 30: Resultados do parâmetro DBO, segundo exames realizados pela CESAMA.	88
Figura 31: Resultados do parâmetro OD, segundo exames realizados pela CESAMA.	90
Figura 32: Resultados do parâmetro OD, segundo exames realizados com a Sonda Multiparamétrica	91
Figura 33: Comportamento dos parâmetros OD e DBO, de acordo com as análises realizadas pela CESAMA.	92
Figura 34: Resultados do parâmetro Fósforo Total (FT), segundo exames realizados pela CESAMA.	94
Figura 35: Resultados do parâmetro Nitrogênio Total (NT), segundo exames realizados pela CESAMA.	95
Figura 36: Resultados do parâmetro Escherichia coli, segundo exames realizados pela CESAMA.	96
Figura 37: Representação dos valores médios dos parâmetros amostrados pela CESAMA....	98
Figura 38: Gráfico dos resultados do parâmetro Temperatura realizados pela Sonda Multiparamétrica	99
Figura 39: Gráfico dos resultados do pH realizados pela Sonda Multiparamétrica	100
Figura 40: Variação do pH nas águas minerais comercializadas.	101
Figura 41: Gráfico dos resultados do ORP realizados pela Sonda Multiparamétrica	102
Figura 42: Gráfico dos resultados da Condutividade Elétrica realizados pela Sonda Multiparamétrica	103
Figura 43: Gráfico dos resultados da Condutividade Específica realizados pela Sonda Multiparamétrica	103
Figura 44: Gráfico dos resultados do TDS realizados pela Sonda Multiparamétrica	104
Figura 45: Gráficos com representação dos resultados médios obtidos pela Sonda Multiparamétrica	106
Figura 46: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a área total de pesquisa (BHRR).	111
Figura 47: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 1.....	112
Figura 48: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 2.....	113
Figura 49: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 3.....	114
Figura 50: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 4.....	115

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Unidades de Conservação de Juiz de Fora.	40
Quadro 2: Classificação dos corpos de água no Brasil.....	49
Quadro 3: Caracterização meteorológica das coletas realizadas	68
Quadro 4: Descrição da localização dos pontos de monitoramento.....	71
Quadro 5: Descrição da distância e gradientes entre os pontos de coleta.	71
Quadro 6: Informação sobre o levantamento utilizado para o mapeamento de Uso, Cobertura e Ocupação da Terra.....	81

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros analisados pela CESAMA e seus respectivos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.....	67
Tabela 2: Parâmetros analisados pela Sonda multiparamétrica e seus respectivos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.....	67
Tabela 3: Resultados da Primeira Coleta realizada pela CESAMA, em agosto/2017	82
Tabela 4: Resultados da Segunda Coleta realizada pela CESAMA, em novembro/2017.....	82
Tabela 5: Resultados da Terceira Coleta realizada pela CESAMA, em fevereiro/2018.....	83
Tabela 6: Resultados da Quarta Coleta realizada pela CESAMA, em maio/2018.....	83
Tabela 7: Resultados da Primeira Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em setembro/2017	83
Tabela 8: Resultados da Segunda Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em dezembro/2017	84
Tabela 9: Resultados da Terceira Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em janeiro/2018.....	84
Tabela 10: Resultados da Quarta Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em fevereiro/2018.....	84
Tabela 11: Resultados da Quinta Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em março/2018	85
Tabela 12: Resultados da Sexta Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em abril/2018.....	85
Tabela 13: Resultados da Sétima Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em maio/2018.....	85
Tabela 14: Resultados da Oitava Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em junho/2018.....	86
Tabela 15: Resultados da Nova Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em julho/2018.....	86
Tabela 16: Valores médios dos parâmetros amostrados pela CESAMA.	97
Tabela 17: Resultados médios das amostras realizadas no Ribeirão das Rosas com a Sonda Multiparamétrica	106
Tabela 18: Resultados das amostras realizadas no Ribeirão das Rosas pela CESAMA, segundo os pontos de coleta.	108

Tabela 19: Resultados das amostras realizadas no Ribeirão das Rosas com a Sonda Multiparamétrica, segundo os pontos de coleta.	109
Tabela 20: Área ocupada por cada classe de uso, ocupação e cobertura da terra na área de estudo, em km ² e em %.....	116
Tabela 21: Áreas das unidades de contribuição de cada ponto de coleta, em km ²	117
Tabela 22: Classes de uso, ocupação e cobertura da terra, por unidades de contribuição de cada ponto de coleta, em km ² e %	117
Tabela 23: Porcentagem de cada classe de uso, ocupação e cobertura da terra em relação ao total de cada sub-bacia.....	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
BHRR	Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Rosas
CE	Condutividade elétrica
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais
CESAMA	Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de Fora
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIJF/CEAC	Centro de Educação Ambiental e Cultura do Exército
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais
DBO _{5,20}	Demanda Bioquímica de Oxigênio
<i>E. Coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
DN	Deliberação Normativa
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FT	Fósforo total
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão da Águas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NT	Nitrogênio Total
OD	Oxigênio Dissolvido
ORP	Potencial de Oxirredução (Oxidation Reduction Potential)
P	Fósforo
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PJF	Prefeitura de Juiz de Fora
pH	Potencial Hidrogeniônico
RP	Região de Planejamento
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
SPC	Condutividade específica
TDS	Sólidos Dissolvidos Totais

UC Unidade de Conservação
UFJF Universidade Federal de Juiz de Fora

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	GERAL	19
2.2	ESPECÍFICOS	19
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
3.1	URBANIZAÇÃO E QUESTÃO AMBIENTAL	20
3.1.1	PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DE JUIZ DE FORA	26
3.1.2	CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA.....	30
3.1.3	COBERTURA VEGETAL – CONCEITOS	34
3.1.3.1	ÁREAS VERDES	36
3.1.3.2	UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	38
3.2	ÁGUA: IMPORTÂNCIA E QUALIDADE	43
3.2.1	PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA.....	50
4	ÁREA DE ESTUDO	59
5	METODOLOGIA	65
5.1	METODOLOGIA DE COLETA REALIZADA PELA CESAMA.....	77
5.2	MAPEAMENTO DE USO, COBERTURA E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA RIBEIRÃO DAS ROSAS (BHRR).....	80
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	82
6.1	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NO BAIXO CURSO DO RIBEIRÃO DAS ROSAS.....	82
6.2	RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA E O USO, COBERTURA E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DAS ROSAS (BHRR).....	107
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	121
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122

1 INTRODUÇÃO

As preocupações ligadas à questão ambiental tiveram início na década de 1970 e assumiram proporções ainda maiores nesse século, em virtude dos efeitos visíveis de desequilíbrios provocados pelas ações antrópicas.

A urbanização acelerada, ocorrida após a segunda metade do século XX, gerou nas cidades diversos problemas ambientais, dentre os quais podemos citar a crescente demanda por recursos hídricos, associado ao seu progressivo mau uso, o que reforça a preocupação com sua qualidade. O desenvolvimento das cidades, especialmente nos países subdesenvolvidos, se deu excluindo os corpos d'água de qualquer participação na vida urbana.

Juiz de Fora não foge a essa regra. Com ausência de políticas integradas e eficientes na transformação do espaço urbano, a cidade vem apresentando problemas referentes ao crescimento populacional desordenado. De acordo com Machado (2010), a cidade se inclui no imenso rol de cidades que desconsideraram a importância dos recursos hídricos ao promover seu crescimento e adensamento urbano.

O processo de ocupação humana de Juiz de Fora, responsável pelo seu atual ordenamento territorial urbano, reflete uma grande vinculação com seus cursos d'água. Guia da ocupação regional, o Rio Paraibuna se constituiu no principal vetor de ocupação, desde os tempos do Caminho Novo, no século XVIII. Na medida de seu crescimento deu-se a ocupação seguindo os vales secundários, de seus principais afluentes, sempre a partir do baixo curso, onde se assentam as planícies aluviais, ambientes mais planos e que demandam menores esforços de ocupação. Posteriormente, com o esgotamento físico dessas áreas, o processo se orientou para a parte montante dessas bacias afluentes, ocupando as áreas de encostas mais íngremes e de maiores declividades, com maiores restrições ao processo de ocupação.

Sendo assim é fácil compreender que essa situação leva a uma constante diminuição da qualidade das águas dos córregos urbanos em direção à foz, ou seja, de montante para jusante, em razão de esse último trecho receber todos os efluentes produzidos na bacia de contribuição.

Contudo, é exatamente em relação a esse modelo geral que surge a maior especificidade da bacia hidrográfica do Ribeirão das Rosas (BHRR), que abriga grande parte da Remonta. No caso específico dessa bacia, a ocupação está concentrada no alto e médio

curso, apresentando grande diversidade de usos urbanos e intensa ocupação do solo e, por consequência, elevada produção de efluentes. Seu baixo curso, entretanto, é caracterizado exatamente pela presença da Remonta, área pertencente ao Exército Brasileiro, onde predominam a baixa densidade de ocupação humana, usos com características rurais e cobertura vegetal expressiva, sendo baixíssima a produção de efluentes.

Essa situação confere ao Ribeirão das Rosas uma característica diferenciada quando comparado aos demais córregos urbanos de Juiz de Fora, que apresentam a população majoritariamente concentrada no baixo curso, o que propicia, via de regra, uma constante deterioração da qualidade das águas dos córregos urbanos em direção à foz.

O Ribeirão das Rosas apresenta conformação oposta, pois seu baixo curso é caracterizado pela redução da introdução de cargas orgânicas provenientes de efluentes domésticos, pela presença de uma densa cobertura vegetal, por trechos encachoeirados, pela baixa densidade de ocupação e por usos do solo mais relacionados à conservação ambiental. Esse conjunto de circunstâncias transforma esse trecho da bacia, atualmente ocupado pela Remonta, em uma área muito propícia ao refinamento das pesquisas relacionadas ao estudo do papel que desempenha como agente de melhoria da qualidade ambiental da cidade, e em especial, das águas desse ribeirão.

De acordo com Tucci, *et al.* (2001), a qualidade das águas depende da cobertura vegetal da bacia, das condições geológicas e geomorfológicas, das ações do homem entre outros fatores. As ações antrópicas que mais influenciam na qualidade das águas são o lançamento de efluentes, a alteração do uso do solo e a modificação no sistema fluvial.

A qualidade da água é resultante de fenômenos naturais e de ações antrópicas, em função do uso e ocupação do solo e da geração de efluentes domésticos, industriais e/ou agrícolas, contribuindo para a incorporação de compostos orgânicos e inorgânicos nos cursos de água e desta forma, alterando diretamente a sua qualidade (CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009).

Em função da complexidade que envolve os estudos de qualidade das águas e considerando a água como o mais importante recurso para a sustentação da vida no Planeta, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da Remonta na melhoria da qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, o que se deu através da mensuração e análise de alguns parâmetros de qualidade, especificamente aqueles relacionados à introdução de matéria orgânica, a partir de amostras representativas de quatro pontos localizados no baixo curso desse curso d'água.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O objetivo norteador dessa pesquisa foi avaliar a influência da Remonta – área que se caracteriza pela presença de uma expressiva cobertura vegetal e que funciona como uma zona de descontinuidade do processo urbano em Juiz de Fora – na qualidade das águas do Ribeirão das Rosas.

2.2 ESPECÍFICOS

- Analisar e mensurar a qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, em 4 pontos distintos, desde sua entrada até sua saída da área da Remonta;
- Avaliar o potencial de recuperação do Ribeirão das Rosas, em seu trecho de baixo curso, a partir do levantamento dos seguintes parâmetros: turbidez, fósforo, nitrogênio, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e *Escherichia coli*;
- Analisar as relações existentes entre as modificações da qualidade das águas do ribeirão com os modelos de uso, ocupação e cobertura do solo que caracterizam os trechos de alto, médio e, especialmente, baixo curso, no qual se localiza a área militar da Remonta.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 URBANIZAÇÃO E QUESTÃO AMBIENTAL

Os estudos relativos à qualidade de vida urbana e às questões ambientais remontam à Revolução Industrial, quando o progresso trazido pelo uso das máquinas fez com que o crescimento das cidades se desse de maneira acelerada, sobretudo pelo processo denominado êxodo rural. Diante dessa nova realidade, o espaço urbano passou a ser objeto de estudo de diversas áreas do conhecimento, dentre as quais a Geografia.

Podemos dizer que a crise socioambiental atual possui suas raízes desde o surgimento da modernidade, principalmente, no modo como a sociedade se relaciona com a natureza (PORTO-GONÇALVES, 2016). As mudanças no pensamento científico, ao longo dos tempos, fizeram com que a relação homem/natureza também se modificasse, e, assim, a questão ambiental ganhou mais centralidade no mundo contemporâneo. A compreensão tradicional dessa relação, até o século XIX, considerava o homem e a natureza como polos excludentes e assim, em um contexto de produção capitalista, a natureza era vista como fonte ilimitada de recursos à disposição do homem (BERNARDES; FERREIRA, 2011). A revolução industrial, na passagem do século XVIII para o século XIX, é a base de toda essa ideia. Segundo Batistela (2008), acreditava-se que o crescimento econômico não tinha limites e que o desenvolvimento significava a dominação. O resultado foi uma rápida transformação do espaço geográfico em escala mundial. Essa visão racional fazia com que o homem se relacionasse com a natureza de forma agressiva, sem preocupação com as relações sociais, econômicas, políticas e ambientais (PORTO-GONÇALVES, 2016).

O processo de industrialização veio acompanhado da urbanização. Embora o surgimento das cidades tenha sido muito anterior a Revolução Industrial¹, o desenvolvimento da cidade industrial moderna, nos moldes que a conhecemos hoje, ocorreu exatamente nesse período, há cerca de 200 anos, resultando num fenômeno que podemos denominar como sociedade urbano-industrial (SANTOS, 2011). De acordo com Amaral (2014), as indústrias

¹ De acordo com Sposito (2005a) no período neolítico já havia se realizado a primeira condição para o surgimento das cidades, a fixação do homem a terra e o desenvolvimento da agricultura. Mas ainda faltava uma organização social mais complexa, que só é possível com a divisão do trabalho. “A produção do excedente alimentar é, portanto, condição necessária – embora não seja única – para que efetivamente se dê uma divisão social do trabalho, que por sua vez abre a possibilidade de se originarem as cidades.” (SPOSITO, 2005a, p.14).

surgiram fora das cidades, mas se aproximaram dessa, pois reuniam mão de obra, capital e mercado consumidor. Assim, o espaço urbano se transformou para atender às demandas do capital industrial. De acordo com Lefebvre, a cidade moderna surge com o advento do modo de produção capitalista:

A cidade, como tal, faz parte dessas condições históricas, implicadas no capitalismo. Ela resulta da destruição das formações sociais anteriores e da acumulação primitiva do capital (que se completa nela e por ela). (...) Nesse quadro, o das relações sociais objetivadas, efetua-se a circulação de mercadorias, a criação do comércio e do mercado, ponto de partida do capital do século XVI (LEFEBVRE, 1999, p.140 e141).

Pela citação anterior, percebemos que a centralidade no mercado foi ponto de partida para a produção capitalista e para a acumulação primitiva de capital. Em outras palavras, a cidade se torna requisito para a produção, a circulação e a distribuição dos meios de produção. Para Sposito (2005a), a cidade nunca havia sido um espaço tão importante, e nem a urbanização um processo tão expressivo a nível mundial, como a partir do capitalismo.

Durante os séculos XIX e XX, urbanização e industrialização foram processos praticamente associados. As sociedades se urbanizavam na medida em que se industrializavam.

Com a sociedade industrial surge uma nova ordem do espaço urbano, que rompe de forma abrupta com a ordem vigente. O esvaziamento das áreas rurais e a aceleração do crescimento demográfico das cidades iniciam um processo de urbanização, com a inversão das relações entre cidade e campo, em um movimento de concentração necessário à realização do modo de produção capitalista (LIMA, 2007, p. 12).

Desde então, o que se observa é uma pressão do sistema produtivo sobre o ambiente, de onde a sociedade extrai os recursos essenciais à sobrevivência e os recursos demandados pelo processo de desenvolvimento socioeconômico (Sánchez, 2006). Assim, é cada vez maior a demanda por matéria e energia e, conseqüentemente, maior a exploração dos recursos naturais e problemas ambientais. O desenvolvimento gerado retorna capital para o desenvolvimento produtivo que devolve rejeitos e efluentes, além da degradação ao meio ambiente (GOULART; CALLISTO, 2003).

Segundo Goulart e Callisto (2003), a partir da modernidade e do renascimento, as cidades se transformaram nas protagonistas do novo modelo de organização socioespacial, baseado nas trocas comerciais. Assim, a cidade se torna o maior produto de modificação do espaço natural pelo ser humano. Sposito (2005b) esclarece que, por mais que a cidade

apresente uma grande capacidade de transformar o espaço natural, ela não deixa, em função disso, de ser parte desse espaço e de se submeter às dinâmicas e processos da natureza. Infelizmente, a relação do homem com a natureza ainda se revela dicotomizada e a produção capitalista amplia cada vez mais a ideia de que o meio natural precisa ser explorado pelo homem. “Na prática, a sociedade moderna não tem outra opção a não ser gerir o meio ambiente, ou seja, ordenar e reordenar constantemente a relação entre sociedade e o mundo natural” (SÁNCHEZ, 2006, p.22).

O Brasil apresentou um intenso processo de urbanização acompanhado da industrialização² na segunda metade do século XX (MARICATO, 2001), sendo considerada uma das mais aceleradas transições urbanas da história mundial (MARTINE e MCGRANAHAN, 2010). Da mesma forma que o continente europeu, a industrialização funcionou como um dos principais fatores no deslocamento da população em direção à área urbana, a diferença foi a velocidade com que se deu esse processo. No Brasil, o chamado êxodo rural ocorreu de maneira bem mais rápida, impulsionado, na década de 1960, pela implantação de novas técnicas, na agricultura, desenvolvidas na chamada “Revolução Verde³” e pelo crescimento industrial, que demandava mão de obra. Com isso, os imigrantes se direcionaram às cidades em busca de trabalho e melhores condições de vida. Assim, configura-se uma mudança na sociedade brasileira, em que as pessoas deixaram de morar no campo e foram residir nas cidades. Contudo, as cidades, desassistidas pelo Estado, e, portanto, sem planejamento e infraestrutura, configuraram um quadro de exclusão, “representada pela gigantesca ocupação ilegal do solo urbano, ignorada na representação da cidade oficial” (MARICATO, 2011).

Segundo Araújo (2014), atualmente, em um mundo majoritariamente urbano, é inegável a função das cidades - atuando dialeticamente com outros processos - na produção do espaço, sendo ela mesma predatória dos recursos e implacável como contribuinte para o acirramento de problemas socioambientais, haja vista a demanda por recursos que são produzidos fora dela.

Martine (1987) afirma que a distribuição espacial da população reflete as formas de organização de sua produção num determinado momento histórico, ou seja, o êxodo rural

² “O termo *industrialização* não pode ser tomado, aqui, em seu sentido estrito, isto é, como criação de atividades industriais nos lugares, mas em sua mais ampla significação, como processo social complexo, que tanto inclui a formação de um mercado nacional, quanto os esforços de equipamento de território para torna-lo integrado, como a expansão do consumo em formas diversas, o que impulsiona a vida de terceirização e ativa o próprio processo de urbanização” (SANTOS, 2013, p.30).

³ A Revolução Verde pode ser caracterizada como um paradigma tecnológico derivado da evolução dos conhecimentos da química e da biologia, que definiram uma trajetória tecnológica baseada no uso intensivo de insumos químicos (fertilizantes e pesticidas) (ALBERGONI; PELAEZ, p.36 2007).

trouxe como característica um modelo urbano-industrial, já predominante, em substituição ao modelo agrário existente até então. Em 1940, a população urbana brasileira correspondia a 31,23% do total. Em 2000, esse número sobe para aproximadamente 81% e, segundo o Censo de 2010, a população urbana já respondia por 84,4% da população do país. Portanto, nesse pequeno espaço de tempo, houve um imenso crescimento das cidades brasileiras, cuja população, paralelamente, demandava moradias, trabalho, educação, saúde, transporte, água, energia etc. Em contrapartida, observa-se que as cidades crescem em proporção inversa à capacidade administrativa de planejamento e infraestrutura (Monteiro, 1976), gerando um questionamento sobre a qualidade de vida e a qualidade ambiental. As consequências desse processo inadequado de crescimento já são comuns em grandes cidades: ausência de condições sanitárias mínimas, produção excessiva de lixo, impermeabilização do solo, poluição do ar e dos recursos hídricos, retirada da cobertura vegetal, habitações precárias, etc.

“A produção de aglomerações urbanas, cada vez maiores e mais extensas, resulta em alterações mais profundas nas dinâmicas e processos naturais, o que provoca consequências muitas vezes catastróficas, nesse contexto urbano que é natural, mesmo que não seja visto assim” (SPOSITO, 2005b, p.297).

A ausência e/ou ineficiência do planejamento das políticas públicas destinadas ao ordenamento e controle do crescimento, já mencionado anteriormente, não foram capazes de dotar os centros urbanos com infraestrutura necessária para que a população ocupasse as cidades preservando conscientemente o meio ambiente. Destaca-se que, muitas vezes, esses impactos ambientais e conseqüentemente essa perda de qualidade ambiental é pouco percebida pela população, uma vez que “avaliações pessimistas sobre consequências do adensamento urbano, da verticalização e de outros problemas desencadeados são evitadas a favor de uma riqueza material contemporânea, comumente referida como status social” (MINAKI, 2009, p.34).

É importante considerar também, que em áreas onde habita uma parcela da população de baixa renda, a pressão sobre os recursos naturais é ainda maior, devido principalmente à ausência de educação, à desinformação, à falta de recursos e de ações do Poder Público, somados às precárias condições de vida.

“A cidade em si, como relação social e como materialidade, torna-se criadora de pobreza, tanto pelo modelo socioeconômico, de que é o suporte, como por sua estrutura física, que faz dos habitantes das periferias pessoas ainda mais pobres. A pobreza não é apenas o fato do modelo

socioeconômico vigente, mas, também do modelo espacial” (SANTOS, 2013, p.10).

Com essa ideia, Goulart e Callisto (2003) exemplificam que, como resultado dessa falta de organização espacial, os ecossistemas aquáticos transformam-se em grandes corredores de esgoto a céu aberto, muitas vezes sendo também locais de despejo de lixo, com enorme potencial de veiculação de inúmeras doenças. Henke-Oliveira (1996) argumenta que embora as cidades ocupem entre 1% a 5% da superfície terrestre, elas geram grandes impactos ambientais, sendo responsáveis pela alteração na estrutura do solo, da flora, da fauna e dos parâmetros físico-químicos da água.

O crescimento demográfico afeta significativamente o meio ambiente através de uma relação complexa. Como a população mundial deverá aumentar - de 7,2 bilhões para 9,6 bilhões em 2050 (ONU, 2016) - maiores serão os desafios, incluindo baixos níveis de educação, padrões precários de saúde, pobreza, habitação, esgotamento de recursos naturais, guerras, dominação econômica e política. É importante destacar que o maior número de habitantes não necessariamente está ligado ao aumento dos danos ambientais (contradizendo os neomalthusianos⁴ que, logo após a Segunda Guerra Mundial, passaram a analisar o crescimento populacional como causa dos problemas ambientais, defendendo, portanto, um controle populacional nos países subdesenvolvidos, e os geopolíticos conservadores que, na década de 1970, colocaram a culpa da dificuldade em resolver a equação da “sustentabilidade ecológica” no crescimento da população do então terceiro mundo, ou seja, um planeta finito não pode ser compatível com uma população infinita). A solução fácil, mas falsa seria diminuir o tamanho do denominador (população), ou seja, política de controle populacional:

“Para perpetuar a hegemonia americana no mundo e garantir aos americanos o livre acesso aos minerais estratégicos de todo o planeta, é necessário conter ou até reduzir a população dos treze países do terceiro mundo (Índia, Bangladesh, Nigéria...), cujo o peso demográfico por si só já os condena, por assim dizer, a desempenhar um papel de primeiro plano em política internacional” (LATOUCHE, 2009, p.31).

⁴ Para os neomalthusianos, era necessário um controle rígido da natalidade, uma vez que (a) o número de consumidores tende a aumentar em proporção superior ao produto nacional, o que leva ao empobrecimento geral da população; (b) a relação entre o contingente economicamente ativo e a população global tende a ser desfavorável; (c) o aumento da população leva à necessidade de ampliação do fator trabalho em detrimento da formação de capital; (d) o crescimento contínuo da população provoca destruição do meio ambiente e o esgotamento de recursos não renováveis (SANDRONI, S.D., p. 214-215). Essas ideias tomaram grande impulso logo depois do fim da Segunda Guerra Mundial por meio da publicação, em 1948, do livro “O caminho da sobrevivência” de autoria do ecologista norte-americano William Vogt (1902-1968).

Porto-Gonçalves (2013) convida a refletir sobre esse assunto ao nos lembrar do conceito de pegada ecológica⁵, enfatizando que o número de habitantes de um país não apresenta uma relação direta com a utilização dos recursos naturais. O conceito de pegada ecológica foi criado para nos ajudar a perceber o quanto de recursos naturais exploramos e utilizamos para sustentar nosso modelo de vida. O uso excessivo de recursos naturais gera uma vasta degradação ambiental deixando rastros de uma humanidade que ainda se vê fora e distante da Natureza.

Países desenvolvidos (principal exemplo: Estados Unidos da América) possuem pegada ecológica elevada e países menos desenvolvidos possuem menor pegada ecológica (PORTO-GONÇALVES, 2013). Isso quer dizer que o estilo de desenvolvimento (modo de consumo e exploração) é o fator responsável pela atual crise ambiental e não apenas o número absoluto de população. Diante disso, fica clara a injustiça ambiental (PORTO-GONÇALVES, 2013) que sustenta o modelo capitalista. Com o desenvolvimento tecnológico atual, muitos obstáculos naturais podem ser vencidos pelo homem, mas o custo pode ser bem elevado, com alterações ecológicas de grande porte (Mota, 1981).

De modo geral, sociedades altamente industrializadas, ou seus cidadãos, “usam” mais espaços do que os membros de culturas ou sociedades menos industrializadas. Suas pegadas são maiores pois, ao utilizarem recursos de todas as partes do mundo, afetam locais cada vez mais distantes, explorando essas áreas ou causando impactos por conta da geração de resíduos (WWF, 2007, p.11).

Observado os índices crescentes de população urbana na atualidade, passa a ser um desafio a busca por alternativas que auxiliem na gestão dos conflitos existentes na relação sociedade-natureza nas áreas urbanas, garantindo condições de bem viver da população humana (DIAS, 1997).

A partir dessa exposição inicial a respeito das relações entre o processo de urbanização e a questão ambiental, torna-se importante realizar uma explanação sobre o processo de urbanização de Juiz de Fora, para, a partir daí, dialogarmos com os principais temas e conceitos que norteiam essa pesquisa.

⁵ A Pegada Ecológica mede a quantidade de recursos naturais renováveis para manter nosso estilo de vida. É uma estimativa da pressão humana sobre os ecossistemas mundiais. “A pegada ecológica depende do tamanho da população, do consumo médio de recursos *per capita* e da intensidade dos recursos tecnológicos utilizados”. (PORTO-GONÇALVES, 2013, p.83)

3.1.1 PROCESSO DE URBANIZAÇÃO DE JUIZ DE FORA

O período da história de Juiz de Fora que se estende de 1889 até 1930 é caracterizado pela transição entre uma economia pautada na produção agroexportadora de café para uma economia industrial-urbana, que, mais tarde, renderia à cidade o título de Manchester Mineira, assim cognominada por Rui Barbosa (MACHADO, 2012:43). Para entendermos como se deu o processo de industrialização/urbanização local, é necessário conhecer sua história, que em grande medida, é baseada em algumas de suas principais estradas.

Conforme registros históricos, a importância da cidade de Juiz de Fora vem de sua localização entre a antiga sede do Império brasileiro, Rio de Janeiro, e Ouro Preto, primeira capital da Província de Minas Gerais, polarizando assim, através dos caminhos vicinais, toda uma região hoje denominada de Zona da Mata Mineira (CHAVES, 2013, p.23).

As modificações no espaço juiz-forano começaram a acontecer no final do século XVII com a chegada dos colonizadores em Minas Gerais a procura de ouro. Através do chamado “Caminho Novo”, que ligava a corte do Rio de Janeiro ao centro da Região das Minas, à Vila Rica (atual Ouro Preto), os minerais extraídos no interior da província eram escoados. Este caminho, que passava por onde seria a ‘primitiva’ Juiz de Fora (Morro da Boiada), foi sendo explorado por Garcia Paes Leme, bandeirante que foi se aventurando pela margem esquerda do Rio Paraibuna, justamente com a missão de abrir uma nova conexão entre o Rio de Janeiro e as minas de ouro (OLIVEIRA, 1966). Através desse novo caminho (bem mais rápido que o antigo), conseguiu estabelecer mais segurança e controle da rota pela Coroa Portuguesa, com os postos de fiscalização ao longo do percurso, o que acabou contribuindo para a formação dos primeiros povoados na região. Ao longo do caminho, foram demarcadas várias sesmarias que também impulsionaram a fixação das comunidades, que, mais tarde, especializar-se-iam na produção de café.

Como estava fora da região mineradora, esse trajeto era apenas um lugar de passagem das caravanas e dos viajantes. As sesmarias serviram para povoar o trajeto e torná-lo mais seguro e confortável para aqueles que transportam o ouro para a capital. Assim, Juiz de Fora começou a abrigar as primeiras “roças” (BARBOSA, 2017).

Em 1713, a quadra que abrigava a parte central da cidade foi vendida ao “Juiz de Fora”⁶. O nome do município se refere a Luiz Fortes Bustamante de Sá, que adquiriu a sesmária em 1713, onde construiu um sobrado, e seu cargo de “Juiz de fora da cidade do Rio de Janeiro” serviu de referência para os viajantes, atrelando a denominação do proprietário à região (CRUZ, 2013). Anos depois, Antônio Dias Tostes adquiriu diversas terras na cidade, incluindo as que pertenciam ao falecido Juiz de Fora. Pouco tempo depois, ele se torna dono de toda a área edificada da localidade, alcançando muito prestígio em toda a região (STEHLING, 1979). Nas primeiras décadas do século XIX, o que havia era apenas a Fazenda Tapera e a Fazenda Juiz de Fora. Em 1850, ocorreu a emancipação de Barbacena, passando à categoria de Vila de Santo Antônio do Paraibuna.

Por volta de 1750, foi construída a sede da fazenda Ribeirão das Rosas. A sesmária de Ribeirão das Rosas foi doação da Coroa e juntamente com a fazenda Tapera (primeiro imóvel construído na região e parte integrante do Caminho Novo) serviram como postos de arrecadação e fiscalização do ouro realizado pela Coroa Portuguesa (BARBOSA, 2017).

Por muito tempo, o “Caminho Novo” foi o único meio de ligação do Rio de Janeiro até as Minas Gerais. Em 1837, o engenheiro alemão Heinrich Wilhelm Ferdinand Halfeld, recém-chegado ao Brasil, foi contratado pelo Presidente da Província de Minas Gerais para construir uma estrada que aperfeiçoasse o caminho de ligação entre Vila Rica (Ouro Preto) até a divisa com o Rio de Janeiro (DILLY, 2004), tornando mais fácil a comunicação, já que, o Caminho Novo já não atendia às necessidades. Aproveitando grande parte do traçado já existente do Caminho Novo, na altura do atual bairro Benfica, muda o traçado da “Estrada do Paraibuna”, para margem direita do rio. Por apresentar grande extensão e largura, culminaria na sua futura transformação em avenida: a atual Avenida Rio Branco, depois de ser chamada de Rua Direita, via que se tornou o principal eixo estruturador da cidade (MIRANDA, 1990), deixando a Zona Leste, na margem esquerda do Paraibuna, desprestigiada.

Em 1856, a vila foi elevada à categoria de cidade, pois já haviam se constituído os aparatos para administração pública como a construção do Fórum e da cadeia pública (MIRANDA, 1990). Em 19 de dezembro de 1865, a Lei nº 1262 determinava que a Cidade do Paraibuna passasse a ser chamada de Juiz de Fora.

Através do Caminho Novo, o café, oriundo do vale do Paraíba fluminense, chegava à região da Zona da Mata, e com o declínio da mineração, a população passou a se deslocar

⁶ Seu nome verdadeiro não é um consenso entre os historiadores, para alguns, Luis Fortes Bustamante de Sá, para outros, João Carlos Ribeiro e Silva. (BARBOSA, 2017, p.29)

para essa região. Segundo Barbosa (2017), o impulso do café contribuiu para o crescimento demográfico de Juiz de Fora e para seu desenvolvimento econômico, já que o capital acumulado com o comércio dos grãos propiciaria o desenvolvimento do comércio e da indústria.

A construção da Estrada União & Indústria impulsionou ainda mais o crescimento econômico da cidade e fez com que ela se tornasse um importante polo comercial. O comendador Mariano Procópio Ferreira Lage propôs ao Governo Imperial, em 1852, a construção de uma estrada de rodagem em troca do direito em explorá-la por 50 anos. Essa estrada ligaria Juiz de Fora a Petrópolis em 144 quilômetros. Para a construção deste empreendimento o comendador fundou a Companhia União & Indústria. É importante destacar que só o café não foi suficiente para explicar a industrialização, já que várias cidades da Zona da Mata mineira também se beneficiaram e não se industrializaram (MIRANDA, 1990). A produção de café na Zona da Mata cresceu muito e Minas Gerais se tornou a grande província cafeeira. Para Giroletti (1988), o diferencial em Juiz de Fora, foi o dinamismo que a Estrada União & Indústria, inaugurada em 1861, trouxe à cidade, já que sua construção impulsionou uma nova dinâmica no sistema de comercialização da produção local, transformando a cidade em um entreposto comercial, sendo ponto terminal da comunicação de Minas com Rio de Janeiro (PJF, 2004).

Fundada a Companhia União e Indústria, prosseguiu-se a construção da nova estrada, que tinha início no atual bairro Mariano Procópio, passando pelo Morro da Gratidão (atual Avenida dos Andradas) e quando atingia o Largo do Riachuelo, desviava da cidade do Paraibuna (que compreendia da Rua São Sebastião até Alto dos Passos), por uma diagonal que deu origem a Avenida Getúlio Vargas, passando pelo bairro Poço Rico, Matias Barbosa, Simão Pereira, etc (DILLY In: NEVES; DELGADO; OLIVEIRA, 2004, p.23).

Assim, começaria aquilo que se tornaria o centro da cidade. A Estrada União & Indústria entrou em decadência pouco tempo depois, devido à concorrência da estrada de ferro que absorvia grande parte do transporte de carga que gerava os principais recursos da empresa. A ferrovia produziu em Juiz de Fora um exemplo típico de ação da força de centralização, criando a área central da cidade a partir da estação principal. De fato, até hoje, a Rua Halfeld é a principal referência comercial da cidade (PJF, 2004).

Na década de 1880, incrementaram-se mais os serviços urbanos, através da instalação de bondes, telefones e fundação, e em 1889, do Banco de Crédito Real, por iniciativa, principalmente, de fazendeiros (OLIVEIRA, 1994).

Em 1889, é construída a primeira usina hidrelétrica da América Latina: a Usina de Marmelos. A partir daí houve um grande impulso no setor industrial têxtil, que se tornou muito forte na cidade. Ao mesmo tempo, a expansão da malha urbana e o aumento demográfico configuravam o processo de urbanização. Segundo Miranda (1990), entre 1892 e 1915 a cidade moderniza-se. Há um aumento no número de ruas e nos projetos imobiliários, além da ampliação do setor terciário.

Nos moldes agroexportadores, favorecida pela sua posição geográfica, foi alçada à condição de núcleo urbano capaz de garantir a centralização de capitais regionais indutora de uma diversidade de investimentos, no sentido da consolidação urbana local, na esteira da acumulação de capital, proporcionado pela economia cafeeira. Ocorreram, assim, vários tipos de investimentos urbanos em transportes, comunicações, saneamento e eletricidade, destacando-se a instalação da primeira Usina Hidrelétrica da América do Sul, no Rio Paraíba, que visava a atender, principalmente, ao consumo industrial (PJF, 2004, p.162).

Em 1911, Juiz de Fora já empregava uma numerosa mão-de-obra operária, composta por trabalhadores nacionais e estrangeiros. Bernardo Mascarenhas organiza diversos empreendimentos, dentre eles a Fiação e Tecelagem Bernardo Mascarenhas, em local estratégico: próximo da mão de obra, da estação ferroviária e de dois cursos d'água. Atualmente, abriga um centro cultural que faz parte do patrimônio histórico e arquitetônico da cidade.

O desenvolvimento industrial levou a cidade a ser denominada de “Manchester Mineira”. Porém, na primeira metade do século XX, o setor industrial começa a diminuir sua importância.

Segundo Miranda (1990), as razões do decréscimo industrial que ocorreu em Juiz de Fora, a partir da década de 1920, estão relacionadas à concorrência com o Rio de Janeiro e Belo Horizonte e a causas internas como: o aspecto familiar das indústrias, declínio da representação política no âmbito nacional e estadual, obsolescência na estrutura de serviços. A crise de 1929 também pode ser considerada outro importante fator que afetou toda a economia nacional, devido à diminuição das exportações.

A partir da década de 1930, com a diminuição gradativa da produção de café e sua substituição pela pecuária leiteira, começa a ocorrer uma migração em direção à área urbana e a cidade vai aumentando seus percentuais de crescimento (MARTINS, 1996). Entre 1940 e 1980, a população é quadruplicada, configurando um adensamento da população nos vales e, gradativamente, passou a ocupar também as elevações em torno do centro (MARTINS, 1996).

A seguir são apresentadas as principais características atuais do município de Juiz de Fora.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA

O município de Juiz de Fora (Figura 1) está situado na Zona da Mata do estado de Minas Gerais. Possui uma área de 1.429,875 km², dos quais 444,551 km² correspondem à área urbana e 983,324 km² à área rural. A área urbana possui uma população de 516.247 habitantes (IBGE, 2010), ou seja, 98,9% da população total do município.

Juiz de Fora é uma cidade de porte médio que desempenha funções de centro regional, fazendo parte de um grupo constituído por 20 cidades com população superior a 400.000 habitantes (PJF, 2004).

A concentração demográfica da cidade se deu ao longo dos vales, destacadamente ao longo do vale do Rio Paraibuna, tornando-se o principal vetor de crescimento e adensamento populacional.

Constituem o Rio Paraibuna e seus afluentes, elementos naturais dos mais importantes no ordenamento da ocupação do sítio, uma vez que, ao longo de seus terraços, se desenvolveram terrenos de declividades menos acidentadas, como às únicas áreas favoráveis à ocupação em meio a uma topografia agressiva. Deste modo o Rio Paraibuna é elemento de convergência, orientador da ocupação, condicionando a forma quase linear da textura urbana global. Por este papel que ocupa, como traço marcante na conformação do espaço, rio passa a ser elemento importante na legibilidade da imagem urbana. A presença de grande número de encostas íngremes, que tomam o aspecto de “mar de morro”, condicionou o surgimento ilhado da ocupação, não permitindo ao observador, uma percepção de conjunto do sítio urbano, exceto na direção dos vales com terraços mais amplos, ou dos pontos estratégicos de algumas elevações (MARTINS, 1996, p.42).

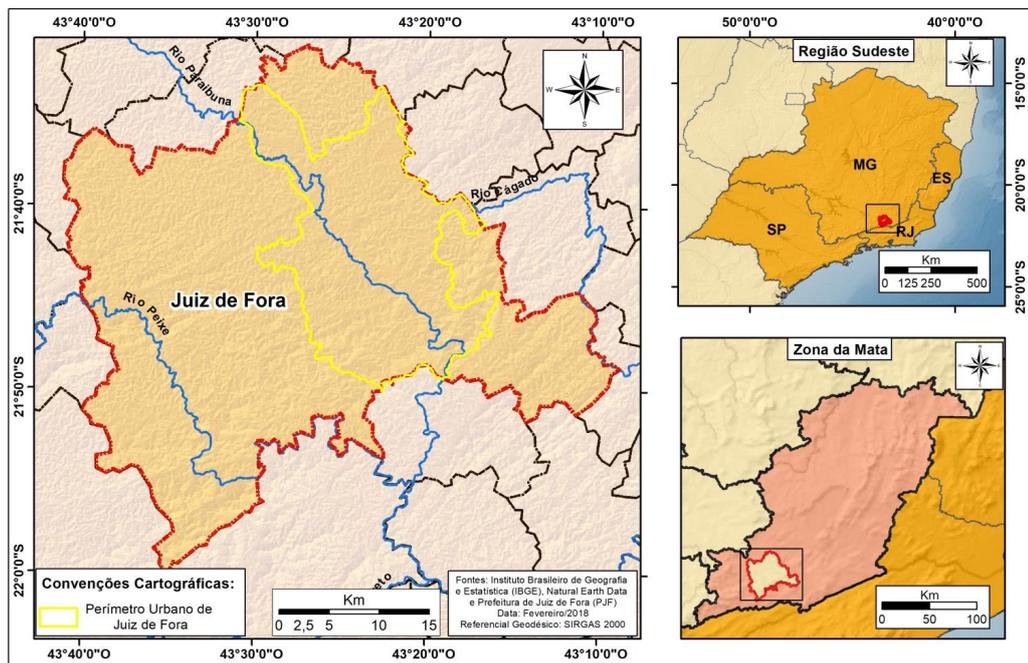


Figura 1: Localização do município de Juiz de Fora.

Em relação aos aspectos físicos, de acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a partir da classificação climática de Köppen, é possível definir que o clima de Juiz de Fora transita entre Cwa e Cwb. Genericamente, o clima da cidade pode também ser definido como Tropical de Altitude, por corresponder a um tipo tropical influenciado pelos fatores altimétricos, em vista do relevo local apresentar altitudes médias entre 700 e 900 m, que contribuem para a amenização de suas temperaturas. Possui uma rica rede de drenagem, estando contido na bacia do Médio Paraibuna, e pertencente à bacia do rio Paraíba do Sul, sendo seu perímetro urbano drenado por 156 sub-bacias de diversas dimensões (PJF, 2004). Em relação ao seu meio biótico, a região de Juiz de Fora ocupa uma posição geográfica muito peculiar no Estado de Minas Gerais, estando enquadrada na região fitoecológica denominada Floresta Estacional Semidecidual (VELOSO; GÓES FILHO, 1982), típica de climas com duas estações bem definidas, uma estação quente e chuvosa, que vai de setembro a março e outra, mais fria e seca, que vai de abril a agosto.

Em relação aos aspectos demográficos, segundo Valverde (1958), em 1950 o município de Juiz de Fora contava com uma população de 84.995 habitantes. Vinte anos mais tarde, em 1970, a população já havia quase triplicado, excedendo para 238.510 habitantes, desses, 92,40% já se concentravam no perímetro urbano.

De acordo com o recenseamento geral de 1991, habitavam no município de Juiz de Fora 385.966 pessoas. Em 2000, com uma população de 456.796 habitantes era um quantitativo praticamente duas vezes maior do que aquele apresentado em 1970 (238.510 habitantes contra os atuais 456.796 habitantes), sendo que 99,17% destes habitantes estavam concentrados na área urbana. Em 2010, a partir do novo censo, havia uma população residente de 516.247 habitantes para a cidade, com uma densidade demográfica de 359,59 hab/km². Entre 2000 e 2010, a população de Juiz de Fora cresceu a uma taxa média anual de 1,23%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, para o mesmo período. As principais atividades econômicas atuais do município de Juiz de Fora são os setores de serviços e indústria.

Em 2016, foi apresentado o projeto de Lei que institui o Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora (PDP/JF, 2016) composto por oito títulos, dentre os quais destacamos o Título III, que aborda o Ordenamento Territorial, cujo capítulo II (artigo 39) trata da Regionalização urbana (Figura 2), da maneira seguinte:

Para fins da gestão da política de desenvolvimento urbano e territorial no município de Juiz de Fora, visando a integração das políticas de planejamento do uso do solo, habitação, saneamento básico e mobilidade

urbana, o Distrito Sede é constituído por 8 (oito) Regiões de Planejamento (RPs):

- 1 - Região de Planejamento Sul - RP Sul;
- 2 - Região de Planejamento Oeste - RP Oeste;
- 3 - Região de Planejamento Centro-Oeste - RP Centro-Oeste;
- 4 - Região de Planejamento Norte - RP Norte;
- 5 - Região de Planejamento Nordeste - RP Nordeste;
- 6 - Região de Planejamento Leste - RP Leste;
- 7 - Região de Planejamento Sudeste - RP Sudeste;
- 8 - Região de Planejamento Centro - RP Centro.

A Remonta, área-objeto dessa pesquisa abrange parte da Região de Planejamento Centro-Oeste - RP Centro-Oeste (**Unidade de Planejamento Remonta - UP-CO1 Remonta**) e parte da Região de Planejamento Nordeste - RP Nordeste (**Unidade de Planejamento Grama - UP-NE2 Grama**).

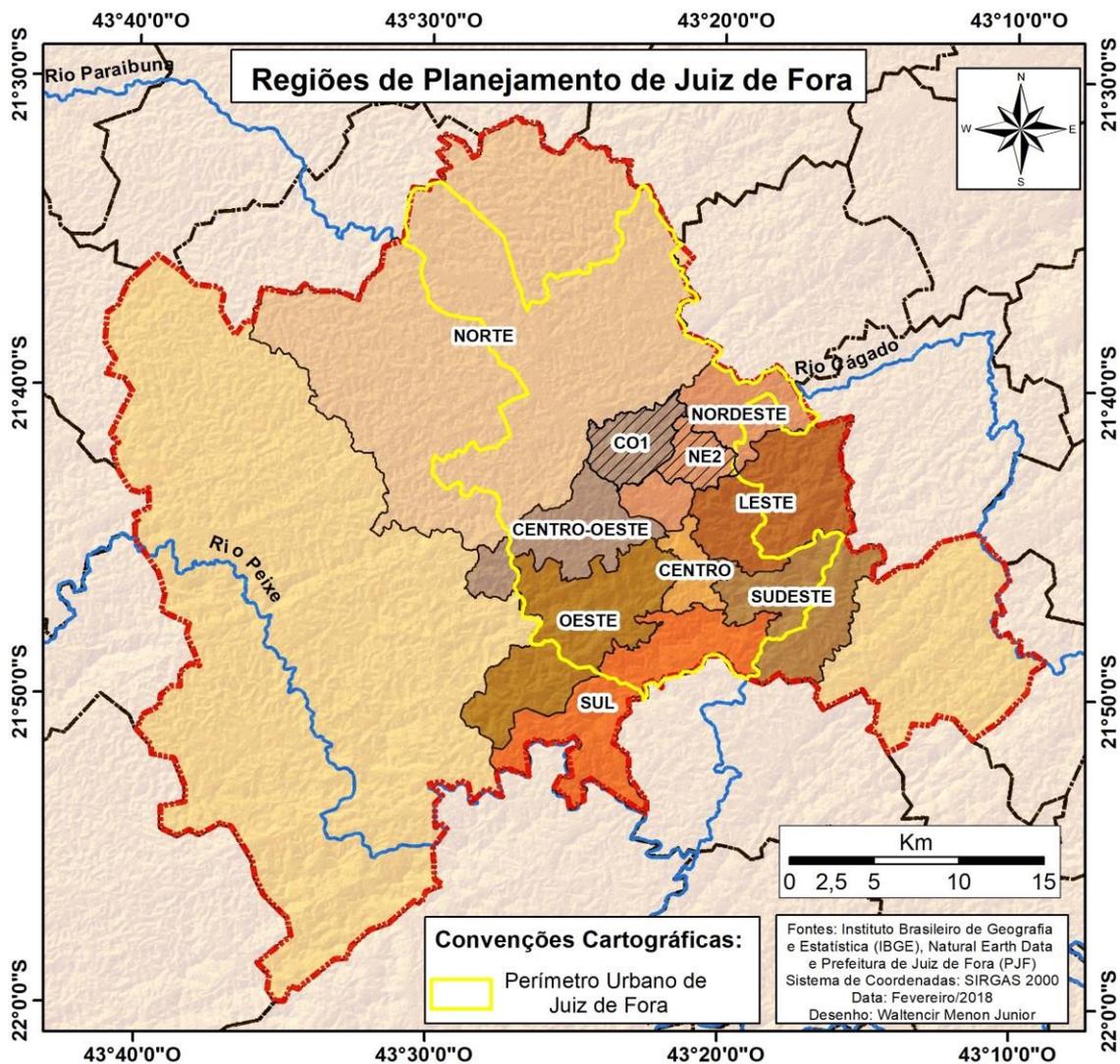


Figura 2: Regiões de Planejamento de Juiz de Fora.

3.1.3 COBERTURA VEGETAL – CONCEITOS

Como vimos o processo acelerado da urbanização brasileira, principalmente, após a década de 1970, trouxe ao espaço urbano, diversas transformações, tornando preocupações crescentes a gestão e o planejamento das cidades. Lima *et. al* (1994) ressaltam que a transformação da natureza, pensando-se no lucro direto e imediato e com base na crença no avanço tecnológico, vem provocando profundas modificações nos sistemas naturais, sem se cogitar a importância do meio natural como componente fundamental para a vida nas cidades.

Acompanhando esse processo de urbanização, sobretudo das últimas décadas, houve um aumento das discussões entorno dos problemas ambientais, o que acabou trazendo as “áreas verdes como os principais ícones de defesa do meio ambiente devido à sua intensa degradação e pelo exíguo espaço que lhes é destinado nos centros urbanos” (LOBODA e ANGELIS, 2005). As estruturas urbanas, no processo de instalação das cidades, acabam removendo grande parte da cobertura vegetal acarretando problemas relacionados à qualidade ambiental e à qualidade de vida das populações. Essas alterações antrópicas, no espaço urbano, são necessárias, mas a garantia de manutenção da cobertura vegetal deve estar presente em qualquer modelo de planejamento urbano.

Os estudos sobre qualidade ambiental abordam a importância da manutenção da cobertura vegetal na melhoria das condições ambientais da vida urbana. Monteiro (1976) argumenta que diferente da terra, água e ar, o “verde urbano” não é uma necessidade tão óbvia no ambiente urbano. Seguindo essa mesma ideia, Nucci (2008, p.23) destaca:

Um atributo muito importante, porém negligenciado, no desenvolvimento das cidades é o da cobertura vegetal. A vegetação, diferentemente da terra, do ar e da água, não é uma necessidade óbvia na cena urbana. A cobertura vegetal, ao contrário de muitos outros recursos físicos da cidade, é relacionada pela maioria dos cidadãos mais como uma função de satisfação psicológica e cultural do que com funções físicas.

Nucci (2008) resalta que as cidades estão cada vez mais poluídas, e essa poluição, pode ser reduzida substancialmente preservando-se a vegetação local. Ainda segundo esse mesmo autor, a vegetação pode trazer diversos benefícios ao ser humano, dentre eles: estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas; proteção da qualidade da água, pois impede que substâncias poluentes escurram para os rios; filtração do ar, diminuindo a poeira em suspensão; equilíbrio do índice de umidade no ar; proteção das

nascentes e dos mananciais; abrigo à fauna; organização e composição de espaços no desenvolvimento das atividades humanas; é um elemento de valorização visual e ornamental; estabilização da temperatura do ar etc.

A Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) exige a adoção de padrões relacionados à proteção e à recuperação do meio ambiente natural e construído, estabelecendo diretrizes para o uso da propriedade urbana em benefício do cidadão, bem como do equilíbrio ambiental (Art. 1º, Parágrafo único).

De acordo com Araújo (2014), as classificações da cobertura vegetal no meio urbano variam de acordo com a finalidade ou função de cada espaço nas cidades, existindo diferentes definições baseadas tanto na legislação quanto na metodologia utilizada na definição de cada uma delas. Porém, conforme afirmam Lima *et. al* (1994), a existência de uma enorme confusão na conceituação de termos utilizados tem prejudicado o planejamento urbano, já que alguns termos, como áreas verdes, são apresentados para locais onde sequer existe uma árvore, dificultando os parâmetros de análises e comparações entre cidades.

Nucci e Cavalheiro (1999) discorrem que, em estudos sobre “verde urbano”, são encontradas diversas interpretações dos termos espaço livre, área verde e cobertura vegetal. Guzzo (2002) acrescenta a essa dificuldade os termos: sistemas de lazer, praças, parques urbanos, arborização urbana e áreas de preservação permanente urbanas. A dificuldade em se utilizar uma terminologia padronizada revela a secundarização da cobertura vegetal na produção do espaço urbano, cujos impactos vão além da perda de qualidade de vida, envolvendo processos ecológicos e perda de biodiversidade (ARAÚJO, 2014). Lima *et. al* (1994) afirmam que é necessário que haja um esforço no uso dos termos técnicos, diferenciando-se de termos culturais.

A seguir são apresentados os conceitos referentes à cobertura vegetal mais adotados no Brasil, a partir das classificações de Áreas Verdes e do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Essa conceituação é importante para mostrar que a área de estudo, a Remonta, em razão de algumas particularidades (especialmente por se tratar de uma propriedade militar) não se enquadra adequadamente nas terminologias utilizadas nos estudos de unidades ambientais, o que justifica a busca por uma conceituação mais adequada (GAIO e MACHADO, 2017)

3.1.3.1 ÁREAS VERDES

De acordo com o Artigo 8º, § 1º, da Resolução CONAMA nº 369/2006, considera-se área verde "o espaço de domínio público que desempenhe função ecológica, paisagística e recreativa, propiciando a melhoria da qualidade estética, funcional e ambiental da cidade, sendo dotado de vegetação e espaços livres de impermeabilização" (IBAMA, 2017). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017), áreas verdes urbanas são os locais dentro do tecido urbano que apresentam cobertura vegetal, arbórea (nativa e introduzida), arbustiva ou rasteira (gramíneas) e que contribuem de modo significativo para a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental nas cidades. De acordo com Nogueira e Wantuelfer (2002), as áreas verdes podem ser de propriedade pública ou privada e devem ser utilizadas com objetivos sociais, ecológicos, científicos ou culturais.

O termo área verde também pode ser compreendido como sinônimo de áreas livres ou espaços livres. Geralmente, o uso dessas denominações é feito para expressar que os territórios estão sem ocupação humana ou fora do processo de urbanização (CRUZ, 2016).

As áreas não edificadas de uma cidade, de propriedade pública ou particular, independentemente de sua destinação de uso, são chamadas de espaços livres urbanos (GUZZO, 1999). De acordo com Lima *et. al* (1999), entre os Espaços Livres, temos:

Área verde: onde há o predomínio de vegetação arbórea. Devem ser consideradas as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, além dos canteiros centrais e trevos de vias públicas, que tem apenas funções estéticas e ecológicas. Porém, as árvores que acompanham o leito das vias públicas não se incluem nesta categoria.

Praças: como Área Verde, tem a função principal de lazer. Uma praça, inclusive, pode não ser uma Área Verde, quando não tem vegetação e é impermeabilizada (caso das praças da Sé e Roosevelt, na cidade de São Paulo, por exemplo); no caso de ter vegetação é considerada Jardim, como é o caso dos jardins para deficientes visuais ou mesmo, jardim japonês, entre outros, presentes no Parque do Ibirapuera, em São Paulo. Em Juiz de Fora podemos citar como exemplo a Praça do Campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

Parques urbanos: é uma Área Verde, com função ecológica, estética e de lazer, entretanto com uma extensão maior que as chamadas Praças e Jardins Públicos. Em Juiz de Fora podemos citar como exemplo o Parque Halfeld.

Arborização Urbana: são os elementos vegetais de porte arbóreo tais como árvores no ambiente urbano. As árvores plantadas em calçadas fazem parte da Arborização Urbana, no entanto, não integram o Sistema de Áreas Verdes.

A lei federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, define área verde urbana como:

Espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais.

Troppmair (2012, p.152) complementa afirmando que:

As áreas verdes desempenham importante papel no mosaico urbano, porque constituem um espaço encravado no sistema urbano cujas condições ecológicas mais se aproximam das condições normais da natureza. Assim reina nessas áreas um microclima com temperaturas mais baixas e teor de umidade mais elevado, além da redução da poluição sonora e da poluição do ar e, por isso, constituem um verdadeiro refúgio para a flora e fauna, cuja importância é conhecida há longo tempo.

O termo “floresta urbana” também aparece quando se trata de aglomerados de vegetação em áreas urbanas, que são geralmente protegidos por lei devido às suas dimensões e aos impactos biológicos, territoriais e sociais que geram nas cidades (PAIVA; GONÇALVES, 2002).

Em Juiz de Fora, especialmente no Perímetro Urbano, a cobertura florestal original foi substituída em virtude dos vários ciclos econômicos, sobretudo o café e o gado, e também pelo processo de urbanização, que exigiram grandes extensões de terra, substituindo as florestas originais por pastagens e capoeiras, que hoje formam a paisagem dominante (PJF, 2004).

Como podemos observar, as áreas verdes estão presentes numa variedade de situações, mas além do predomínio de cobertura vegetal exigem que sejam públicas. A Remonta por ser uma área militar, não pública, e que não se destina a oferecer lazer à população, não pode ser enquadrada na classificação geral de Áreas Verdes.

3.1.3.2 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Existem outras áreas que contam com medidas específicas de proteção, são as chamadas Unidades de Conservação (UC), definidas pela lei nº 9.985/2000, como o “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituídas pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”. Essa legislação divide as UC em dois grupos: as Unidades de Proteção Integral e as Unidades de Uso Sustentável, que abrangem 12 categorias, apresentadas a seguir.

I - Estação Ecológica: objetiva a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas, tendo posse e domínio públicos, sendo proibida a visitação, exceto com objetivo educacional.

II - Reserva Biológica: deve ter posse e domínio públicos, tendo como objetivo a preservação integral da biota e demais atributos naturais em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, exceto ações de recuperação e preservação.

III - Parque Nacional: além de ter posse e domínio públicos, e necessitar de criação legal, pelo Governo Federal, Estadual ou Municipal, tem como objetivo a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. São permitidas pesquisas científicas e atividades educacionais, além de atividades recreativas e turismo ecológico.

IV - Monumento Natural: tem como principal objetivo a preservação de sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, o que não se relaciona à situação da área de pesquisa.

V - Refúgio de Vida Silvestre: tem como objetivo proteger ambientes naturais, onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória. Pode ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais pelos proprietários.

VI – Área de Proteção Ambiental (APA): caracterizada por abranger área extensa, com ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, tendo como objetivos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e

assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Pode ser pública ou privada, permitindo visitação e pesquisa científica.

VII – Área de Relevante Interesse Ecológico: é, em geral, de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana e com objetivo de conservação da natureza, sendo formada por terras públicas ou privadas.

VIII – Floresta Nacional: é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas, tendo como objetivo, o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica. É de posse e domínio público e permite visitação pública.

IX – Reserva Extrativista: é uma área utilizada por populações tradicionais e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade. É de domínio público.

X – Reserva de Fauna: é uma área natural com animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias. Adequada a estudos técnico-científicos e manejo sustentável.

XI – Reserva de Desenvolvimento Sustentável: área natural que abriga populações tradicionais, cuja existência baseia-se em sistemas sustentáveis de exploração dos recursos naturais, desenvolvidos ao longo de gerações e adaptados às condições ecológicas locais e que desempenham um papel fundamental na proteção da natureza e na manutenção da diversidade biológica.

XII – Reserva Particular do Patrimônio Natural: área privada, gravada com perpetuidade, destinada a conservar a diversidade biológica.

De acordo com o Plano Diretor de 2000 (PJF, 2004), em Juiz de Fora existem as seguintes UC: Parques Municipais, Área de Proteção Ambiental (APA), Reservas Biológicas (ReBio), Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), Floresta Municipais (Flomu), como apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Unidades de Conservação de Juiz de Fora.

Unidade	Área (ha)	Tipologia	Principais Características	Base Legal
Reserva Biológica Municipal do Poço D'Anta	277	Reserva biológica municipal (ReBio-M)	Função ecológica. Abriga também, as nascentes do Córrego D'Anta. A legislação não lhe atribui finalidades recreativas, sendo admitida apenas a pesquisa científica, mediante autorização expedida pela Secretaria de Meio Ambiente.	Decreto Municipal 2794/82 Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (SNUC)
Reserva Biológica Municipal de Santa Cândida	113,3	Reserva biológica municipal (ReBio-M)	A área é destinada a preservação e proteção de recursos naturais e usos permitidos somente para fins científicos, mediante autorização da Secretaria de Meio Ambiente.	Decreto Municipal 2904/83 Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (SNUC)
Parque Natural Municipal da Lajinha	88	Parque Municipal	É permitida a visitação pública contemplando o lazer e a educação ambiental. É caracterizado por ser Unidade de Conservação da Natureza em nível municipal.	Decreto Municipal nº 11.266 /12 Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (SNUC)
Parque do Museu Mariano Procópio	9	Patrimônio cultural tombado	É um espaço livre; configura refúgio na área urbana para animais silvestres; constitui uma área destinada ao lazer, que funciona associada ao museu histórico.	Decreto Municipal 2861/83 Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (SNUC)
Mata do Krambeck	291,9	Área de Proteção Ambiental Estadual (APA)	Além de importantes funções ambientais, serve como refúgio para a fauna silvestre, e é supervisionada pelos órgãos ambientais estaduais. A legislação proíbe ações de degradação ambiental e execução de obras que possam ameaçar o equilíbrio ecológico, como a supressão total ou parcial de sua cobertura vegetal.	Lei Estadual 10943/92. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000 (SNUC)

Fonte: (PJF, 2004). Disponível em <https://www.pjf.mg.gov.br/secretarias/sma/uca/index.php>. (Acesso em: 06/02/2018)

A Remonta foi tratada no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora (PJF, 2004:104) como uma área “que provoca uma descontinuidade no crescimento da cidade”, ou seja, como uma área que interrompe a contiguidade do processo urbano, o que implica na melhoria da qualidade ambiental da cidade. Mas não recebeu nenhuma classificação do ponto de vista ambiental.

Já no Plano Diretor Participativo de 2015 (PJF, 2016), ela continua mantendo a ideia de descontinuidade urbana, mas há uma nova sugestão de classificação, ou seja, essa área encontra-se como Unidade de Proteção e Incremento Ambiental II – (UPIA-II), Figura 2, ou seja, “áreas cobertas por fragmentos da mata atlântica, destinadas à proteção de ecossistemas naturais, devendo o seu território ser transformado em Unidade de Conservação (UC)” (PJF, 2016), como podemos observar na Figura 3.

Pode-se concluir, a partir dos conceitos apresentados, que as tipologias utilizadas para Áreas Verdes e unidades legalmente instituídas, não apresentam enquadramento claro para a área de estudo. As áreas militares, de maneira geral, não são consideradas públicas e nem privadas e, por isso, não são incluídas nas classificações de UC (GAIO; MACHADO, 2017).

Como ainda não existe uma classificação para as áreas militares dentro das UC, e considerando o papel hoje desempenhado pela Remonta, acreditamos ser adequada, para identificá-la, a utilização do conceito de *Zona de descontinuidade urbana*, como já discutido por Gaio e Machado (2017).

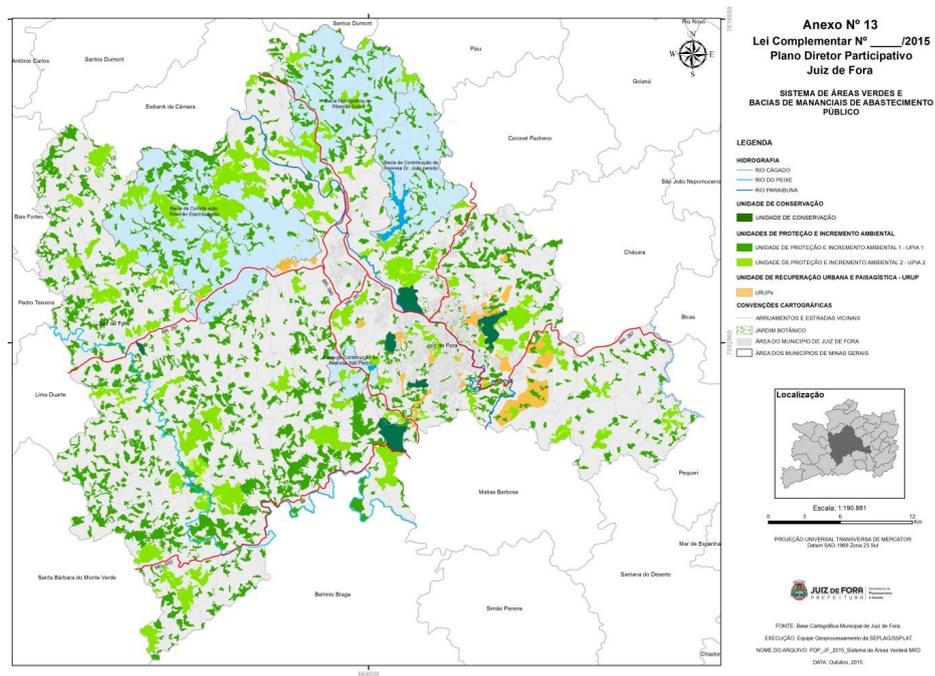


Figura 3: Sistemas de áreas verdes e Unidades de Conservação em Juiz de Fora. Fonte: PJF (2016). Disponível em http://www.planodiretorparticipativo.pjf.mg.gov.br/documentos/mapas/proposta_pos_conferencia/13_sistema_de_areas_verdes.pdf. (Acesso em: 06/02/2018)

3.2 ÁGUA: IMPORTÂNCIA E QUALIDADE

A água é, sem dúvida, um recurso essencial para todas as formas de vida na Terra, é a substância mais abundante na superfície do planeta, embora distribuída de forma irregular quando comparada à concentração demográfica. A relação disponibilidade/demanda regula o ciclo da água nos continentes e regiões, especialmente levando em conta as necessidades da população humana e o impacto de suas atividades nos recursos hídricos. A qualidade de vida e a saúde humana dependem não só da disponibilidade de água, mas de sua qualidade, sendo condições, portanto, indissociáveis.

A água apresenta, dentre suas principais propriedades, a capacidade de solubilizar outras substâncias, bem como a capacidade de transportar partículas. Desse modo, a água incorpora, entre suas moléculas, inúmeros componentes, os quais são capazes de definir a sua qualidade (VON SPERLING, 2014). De toda água existente no planeta, aproximadamente 97% se referem à água salgada e se encontram nos mares e oceanos. Os 3% restantes, compõem a água doce, que se encontra, sobretudo em geleiras (2,2%) (REBOUÇAS et al., 1999). Somente 0,8% estão armazenados em lagos, flui nos rios e continentes e é a principal fonte de suprimento, acrescido de águas subterrâneas (VON SPERLING, 2014).

Ao analisarmos a história da humanidade, constatamos que as primeiras civilizações se desenvolveram às margens de rios (Amarelo, Tigre, Nilo e Indo), sendo essas águas utilizadas principalmente para consumo, fertilização dos solos e produção de alimentos. Segundo Von Sperling (2014), com o desenvolvimento econômico da sociedade moderna, os principais usos da água passam a ser o abastecimento doméstico, industrial, irrigação, dessedentação de animais, geração de energia elétrica, navegação, harmonia paisagística, diluição e transporte de despejos. Tais usos, em muitos casos, levaram ao seu consumo excessivo, desperdícios e degradação da sua qualidade (ANDREOLI et al., 2003, p. 37). Além disso, o aumento populacional, concomitante ao desenvolvimento da sociedade, incitou ao uso exacerbado dos recursos naturais, ao descarte incorreto de efluentes e a grande produção de resíduos, que contribuíram para a contaminação dos solos e das águas.

À medida que a economia foi se tornando mais complexa e diversificada, mais usos foram sendo adicionados aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, de tal forma que, ao ciclo hidrológico, superpõe-se um ciclo hidrossocial de grande dimensão e impacto ecológico e econômico. Este ciclo hidrossocial, que na verdade é uma adaptação do homem às

diferentes características do ciclo hidrológico e, também as suas alterações, causam inúmeros impactos (TUNDISI, 2001, p.32).

A qualidade da água pode, dessa forma, ser afetada por uma série de fatores, tanto naturais quanto antrópicos, os quais incluem, dentre outros, o clima, a estrutura geológica, os usos e os diferentes modelos e intensidades de ocupação do solo, a alteração da cobertura vegetal, o lançamento de esgotos sem tratamento e a urbanização sem planejamento (TUNDISI, 2003). De acordo com Finotti *et.al.* (2009, p.57), os principais processos que interferem na qualidade da água são: a drenagem urbana, o lançamento de esgotos domésticos e industriais e a contaminação pelo lançamento e pela disposição inadequada de resíduos sólidos e a supressão da mata ciliar.

Machado (2016) afirma que as relações entre urbanização e recursos hídricos têm sido marcadas por prejuízos significativos para as águas urbanas, o que, de maneira geral, atinge toda a coletividade, uma vez que a degradação dos rios constitui um elevado preço a ser pago em razão de um modelo de crescimento urbano descomprometido com o meio ambiente. Tal crescimento, acompanhado de uma ocupação inapropriada dos mananciais de abastecimento, contribui para a alteração do regime hídrico e redução da qualidade das águas. Assim, tem-se que, quanto maior o consumo de água, maior a produção de efluentes que, em última instância, deteriora sua qualidade e compromete seu potencial de uso a jusante (ANDREOLI et al., 2003).

Tucci (2005) destaca que todos os componentes dos sistemas hídricos estão fortemente inter-relacionados dentro do ambiente urbano. O processo de urbanização, portanto, modifica fortemente as características dos sistemas hídricos:

No passado, quando as cidades eram menores, a população retirava água a montante do rio e despejava, sem tratamento, a jusante, poluindo os rios e deixando para a natureza a função de recuperar sua qualidade. Os impactos eram menores em virtude do baixo volume de esgoto despejado em comparação com a capacidade de diluição dos rios. Com o aumento da urbanização e com o uso de produtos químicos na agricultura e no ambiente em geral, a água utilizada nas cidades, nas indústrias e na agricultura retorna aos rios totalmente contaminada e em grande quantidade. Além disso, com o aumento da população, sempre haverá uma cidade a montante e outra a jusante, contaminando o manancial superficial, as diferentes camadas do subsolo e o manancial subterrâneo (TUCCI, 2005, p.17).

Segundo Farias (2006), os conceitos de qualidade da água e poluição estão comumente interligados. Porém, a qualidade da água reflete sua composição quando afetada por causas naturais e por atividades antropogênicas. A poluição, entretanto, decorre de uma mudança na

qualidade física, química e biológica do ar, água ou solo, causada pelo homem e que pode ser prejudicial aos seus usos (BRANCO, 1991).

Braga (2005) compreende poluição da água como a alteração de suas características, sejam elas por motivos naturais ou provocados pelo homem. A Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, define poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Von Sperling (2014), de maneira mais simples e resumida, define poluição das águas como "a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos".

Do ponto de vista de saúde pública e ambiental, poluente é qualquer substância biológica, física ou química que encontrada em excesso em um corpo hídrico pode causar efeitos negativos a algum ser vivo e prejudicar os usos potenciais que dele são feitos (ANDREOLI, p.54, 2003).

Von Sperling (2014) demonstra (Figura 4) que as impurezas contidas na água se caracterizam como físicas, químicas e biológicas:



Figura 4: Classificação simplificada das impurezas contidas na água.
Fonte: Von Sperling (2014, p.20).

De acordo com Machado (2010), a qualidade da água de um manancial é resultado da drenagem de sua bacia de contribuição, portanto, suas características físicas, químicas e

biológicas encontram-se sempre na dependência direta das ações (uso e ocupação) que se realizam na bacia, bem como do grau de controle que se tem ou não sobre suas fontes. Os vários processos que controlam a qualidade da água de determinado manancial fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual alterações de ordem física, química ou climática, na bacia hidrográfica, podem modificar a sua qualidade (DONADIO *et al.*, 2005). Dessa forma, entende-se que a qualidade da água é resultante da soma dos fenômenos naturais com a atuação do ser humano.

Segundo Von Sperling (2014), em condições naturais, mesmo se tratando de uma bacia preservada, a qualidade das águas é afetada pelo escoamento superficial e pela infiltração no solo, resultantes da precipitação atmosférica. O impacto é dependente do contato da água escoada ou infiltrada com as partículas e impurezas do solo. Sob a interferência do ser humano, como já mencionado, o impacto ocorre de maneira concentrada, como na geração de despejos domésticos e industriais ou também, de maneira dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo.

Em bacia com ocupação predominantemente urbana, o enriquecimento por nutrientes é uma das principais causas de degradação da água. Podem estimular o crescimento de algas e/ou plantas aquáticas que, por conseguinte, desequilibrarão a oferta de oxigênio dissolvido, reduzindo a diversidade biológica e prejudicando o uso para abastecimento (BOLLMANN, p. 273, 2003).

As atividades desenvolvidas nas cidades podem lançar efluentes líquidos, gasosos e sólidos, e assim comprometem a qualidade da água da chuva que escoar até atingir a rede hídrica. Além disso, temos o lançamento de efluentes industriais e domésticos: “os esgotos domésticos constituem uma grande fonte de poluição dos rios urbanos, devido ao baixo índice de tratamento de esgotos domésticos no Brasil” (FINOTTI, *et.al*, 2009, p.48).

A água depois de consumida dá origem ao que chamamos de esgoto, que pode ser classificado de três formas: doméstico, industrial e pluvial. Assim, o uso da água nas residências, seja para higiene pessoal, preparação de alimentos e limpeza em geral, dá origem ao esgoto doméstico. Nas indústrias, os processos produtivos acabam por gerar o esgoto industrial. E quando chove, a água carrega poluentes atmosféricos, escorre por telhados, ruas e calçadas limpando a cidade, originando o que chamamos de esgoto pluvial, que possui alta carga poluente, sendo que muitas vezes, é impossível conter seu fluxo para tratá-lo. Consequentemente, esse fluxo acaba poluindo os corpos d'água (KOBAYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008, p.37).

A maioria dos rios que atravessa as cidades brasileiras é deteriorada, sendo esse considerado um dos grandes problemas ambientais em nosso país. Essa deterioração ocorre porque a maioria das cidades não possui coleta e tratamento de esgotos domésticos (do total de municípios brasileiros, 70% não possuem uma estação de tratamento de esgotos), lançando seus efluentes *in natura* nos rios (TUCCI *et al.*, 2001). Segundo a ANA (2017), menos da metade (42,6%) dos esgotos do país é coletada e tratada e apenas 39% da carga orgânica é removida das mais de nove mil toneladas de esgotos gerados diariamente no Brasil, índice muito abaixo do previsto pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que prescreve que o tratamento dos efluentes deve remover pelo menos 60% de DBO (carga orgânica), antes do lançamento direto nos corpos hídricos.

Segundo o Atlas Esgotos – Bacias Hidrográficas, coordenado pela ANA e publicado no ano de 2017:

A situação do atendimento da população brasileira com serviços de esgotamento sanitário pode ser caracterizada da seguinte forma: 43% é atendida por sistema coletivo (rede coletora e estação de tratamento de esgotos); 12% é atendida por solução individual (fossa séptica); 18% da população se enquadra na situação em que os esgotos são coletados, mas não são tratados; e 27% é desprovida de atendimento, ou seja, não há coleta nem tratamento de esgotos (ANA, 2017, p.22).

O lançamento de esgotos nos corpos hídricos sem o tratamento adequado compromete a qualidade da água, principalmente, próximo às áreas urbanas, e pode até inviabilizar a utilização desses recursos hídricos, sobretudo para o abastecimento humano, além de impactar a saúde da população (ANA, 2017). Segundo Von Sperling (2014), em alguns lugares existe rede coletora, porém sem estações de tratamento e em outros casos, as estações de tratamento existentes não operam com a eficiência desejada, pois existem ligações clandestinas e ligações de esgoto aos sistemas pluviais.

De acordo com Tucci (1999), já algum tempo, associa-se a urbanização à poluição dos corpos d'água, devido ao lançamento de esgotos domésticos e industriais sem tratamento. Bollmann (2003) argumenta que, mais recentemente, percebeu-se que parte dessa poluição em áreas urbanas também tem origem no escoamento superficial das águas das chuvas sobre áreas impermeáveis e em redes de drenagem. Tucci (1999) afirma que os impactos sobre a qualidade da água decorrem das seguintes situações: poluição existente no ar que se precipita junto com a água; lavagem das superfícies urbanas contaminadas com diferentes componentes orgânicos e metais; resíduos sólidos representados por sedimentos erodidos pelo aumento da

vazão (velocidade do escoamento); lixo urbano depositado ou transportado para a drenagem; e esgoto que não é coletado e escoado através da rede de drenagem.

A magnitude do impacto causado pela urbanização nas comunidades aquáticas depende de fatores como o estado do corpo d'água antes do lançamento, sua capacidade assimilativa, e ainda, da quantidade e distribuição das chuvas, uso do solo na bacia, tipo e quantidade de poluentes arrastados (BOLLMANN, p. 273, 2003).

A expansão urbana, sem considerar os aspectos ambientais, tem como consequência, dentre outras, a deterioração dos mananciais e a redução da cobertura de água segura para a população, ou seja, escassez qualitativa (PRAT; MUNNÉ, 2000).

Segundo Von Sperling (2014), os principais agentes poluidores das águas são: sólidos em suspensão, matéria orgânica biodegradável, nutrientes, organismos patogênicos, matéria orgânica não biodegradável, metais e sólidos orgânicos dissolvidos. Estes potenciais poluentes são advindos tanto de áreas urbanas como de áreas rurais e são, frequentemente, originários de fontes como os esgotos domésticos, despejos industriais, efluentes agrícolas e de criação de animais, além do escoamento superficial. Segundo esse mesmo autor, existem duas formas em que a fonte de poluentes pode atingir um corpo d'água:

Poluição pontual: poluentes que atingem o corpo d'água de forma concentrada no espaço (ex. descarga em um rio de um emissário transportando os esgotos de uma comunidade);

Poluição difusa: poluentes que adentram o corpo d'água, distribuídos ao longo de sua extensão (ex. poluição veiculada pela drenagem pluvial, descarregada no corpo d'água de uma forma distribuída, e não concentrada em um único ponto).

A ANA regula o acesso e o uso da água bruta nos rios de gestão federal. A Lei 9.433/1997, chamada 'Lei das águas' estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), tendo como um de seus principais instrumentos de gestão o enquadramento dos corpos d'água em classes, baseadas em categorias de uso. Conforme a seção II Art. 9º, a PNRH visa a: "assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas" e "diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes" (BRASIL, 1997).

De acordo com a resolução CONAMA nº 357/2005, o enquadramento dos corpos d'água estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo, além disso, é um instrumento de monitoramento, planejamento e gestão, pois, tem como base os parâmetros químicos, físico-químicos e microbiológicos que indicam o nível da qualidade de

um corpo hídrico para atendimento legal de uso e classificação. De acordo com essa resolução, as águas do território nacional são classificadas de acordo com a sua salinidade, em águas doces (salinidade inferior ou igual a 0,5‰) salobras (salinidade entre 0,5‰ e 30‰) e salinas (salinidade superior a 30‰). Especificamente para as águas doces, a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece cinco classes: Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4 (Figura 5 e Quadro 2).

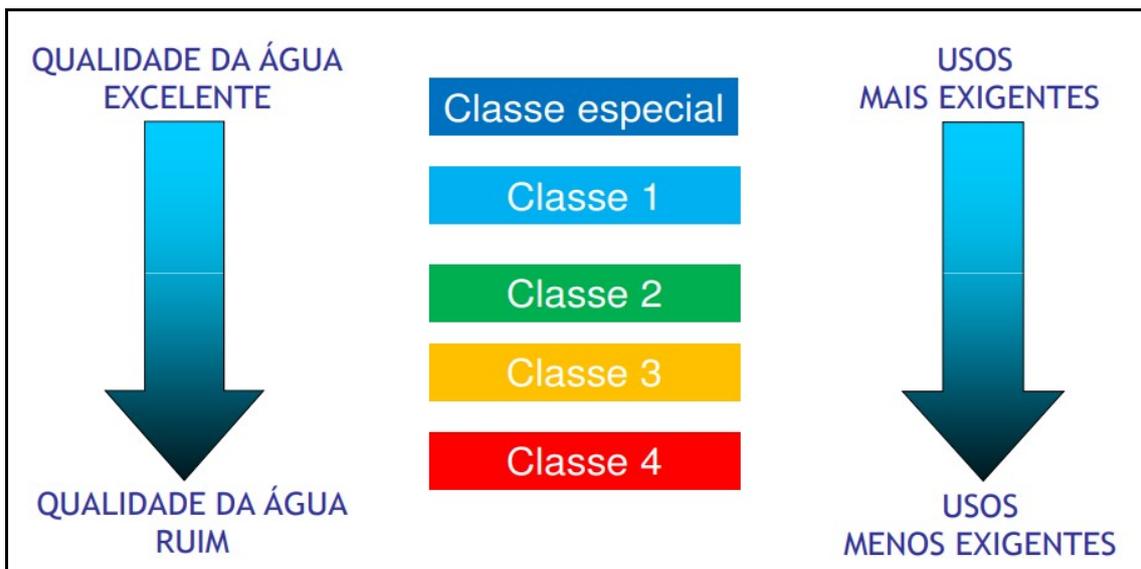


Figura 5: Classes de águas e relação com usos e qualidade. Fonte: ANA (2010, p.07).

Quadro 2: Classificação dos corpos de água no Brasil.

CLASSES	USO PREPONDERANTE DA ÁGUA
ESPECIAL	a) o abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
(1) UM	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA nº 274/2000; d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas
(2) DOIS	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme resolução CONAMA nº 274/2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e) à aquicultura e à atividade de pesca.

(3) TRÊS	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à pesca amadora; d) à recreação de contato secundário; e) à dessedentação de animais
(4) QUATRO	a) à navegação; b) à harmonia paisagística.

Fonte: adaptado da Resolução CONAMA nº 357/2005.

De acordo com a classificação das águas superficiais de Minas Gerais, o Ribeirão das Rosas foi enquadrado como Classe 1, como estabelecido pela Deliberação Normativa COPAM 16/1996, que dispõe sobre o enquadramento das águas da Bacia do Rio Paraibuna.

3.2.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Vários parâmetros podem ser utilizados para monitorar a qualidade das águas. Segundo Gastaldini e Mendonça (2001), os parâmetros de qualidade da água mais comumente utilizados para a caracterização de corpos hídricos são temperatura, cor, odor, sólidos totais, turbidez, condutividade, pH, oxigênio dissolvido (OD), dureza, clorofila, nitrogênio, fósforo, algas, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). De acordo com Von Sperling (2014), apesar de existirem muitos indicadores de qualidade da água, os parâmetros DBO, DQO, OD, Coliformes Fecais, Nitrogênio e Fósforo são destacados como os mais representativos (e também para o contexto dessa pesquisa), pois se ligam diretamente à presença de matéria orgânica e ao consequente consumo de oxigênio dissolvido, principais problemas das águas nos países em desenvolvimento.

Partindo desse princípio, foram selecionados para revisão bibliográfica e posterior discussão, 5 parâmetros - Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Fósforo Total (FT), Nitrogênio Total (NT) e Escherichia coli (E.coli) - que poderiam comprovar a hipótese dessa pesquisa, ou seja, a eficiência da Remonta na melhoria da qualidade das águas do baixo curso do Ribeirão das Rosas, como consequência da redução da introdução de matéria orgânica e do aumento dos teores de OD.

Foram avaliados também os parâmetros pH, SPC (condutividade específica), TDS (sólidos totais dissolvidos) e ORP (potencial de oxirredução), a fim de complementar e enriquecer os resultados dessa pesquisa.

Essa revisão se baseou principalmente na documentação técnica da CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo) – “Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das Águas e dos sedimentos e metodologias Analíticas e de Amostragem” (CETESB, 2008), no livro de “Introdução à Qualidade da Água e Tratamento de esgoto”, de Von Sperling (2014) e na legislação brasileira e do Estado de Minas Gerais.

Oxigênio Dissolvido (OD): O oxigênio dissolvido presente nas águas naturais é proveniente das trocas gasosas com a atmosfera, ou ainda, da fotossíntese realizada pelas algas. Sua concentração é importante para o metabolismo dos organismos aeróbios, para algumas reações químicas e processos como a oxidação de matéria orgânica (ESTEVEZ; FURTADO, 2011). O OD é essencial para muitas espécies de vida aquática. Os fatores que podem reduzir a concentração de OD dizem respeito à presença de matéria orgânica e de nutrientes, principalmente, nitrogênio amoniacal, uma vez que os organismos aeróbios presentes degradam esses compostos, consumindo oxigênio presente no meio. As águas poluídas por esgotos apresentam baixa concentração de OD, pois o mesmo é consumido no processo de decomposição da matéria orgânica. Geralmente, o OD se reduz ou desaparece quando a água recebe grandes quantidades de substâncias orgânicas biodegradáveis como, por exemplo, o esgoto doméstico.

“O Oxigênio Dissolvido é indispensável aos organismos aeróbios; a água em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor se saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica; a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido na água; dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se organismos aquáticos aeróbios” (MOTA, 1997, p.102).

Se o oxigênio for totalmente consumido, formam-se condições anaeróbias e a decomposição de matéria orgânica passará a ser realizada por bactérias anaeróbias e/ou facultativas, e em contendo enxofre leva à formação de gás sulfídrico (H₂S) e mercaptanas, com geração de maus odores (VON SPERLING, 2014). Por outro lado, as águas limpas tendem a apresentar concentrações de OD mais elevadas, superiores a 5 mg/l, exceto se ocorrerem condições naturais que causem baixos valores deste parâmetro (ANA, 2018). O OD é o parâmetro mais importante para expressar a qualidade de um ambiente hídrico e a

caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos (VON SPERLING, 2014). O teor de OD é tão importante que WETZEL (1981:112) afirma que “o oxigênio é o parâmetro mais importante dos lagos, exceto a própria água” e Toledo Júnior e Kawai (1977) afirmam que o Oxigênio Dissolvido é o parâmetro considerado mais significativo para identificação da qualidade da água.

Assim, águas poluídas apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de matéria orgânica), enquanto as águas limpas apresentam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas. Para águas da Classe 1, enquadramento do Ribeirão das Rosas, a Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece o mínimo de 6mg/l.

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e caracterização dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1998). A Figura 6 esquematiza as transformações do oxigênio nos sistemas aquáticos. Podemos verificar que as principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese, e suas principais perdas são causadas pela decomposição da matéria orgânica, perdas para atmosfera, respiração de organismos aquáticos, nitrificação e oxidação química abiótica.

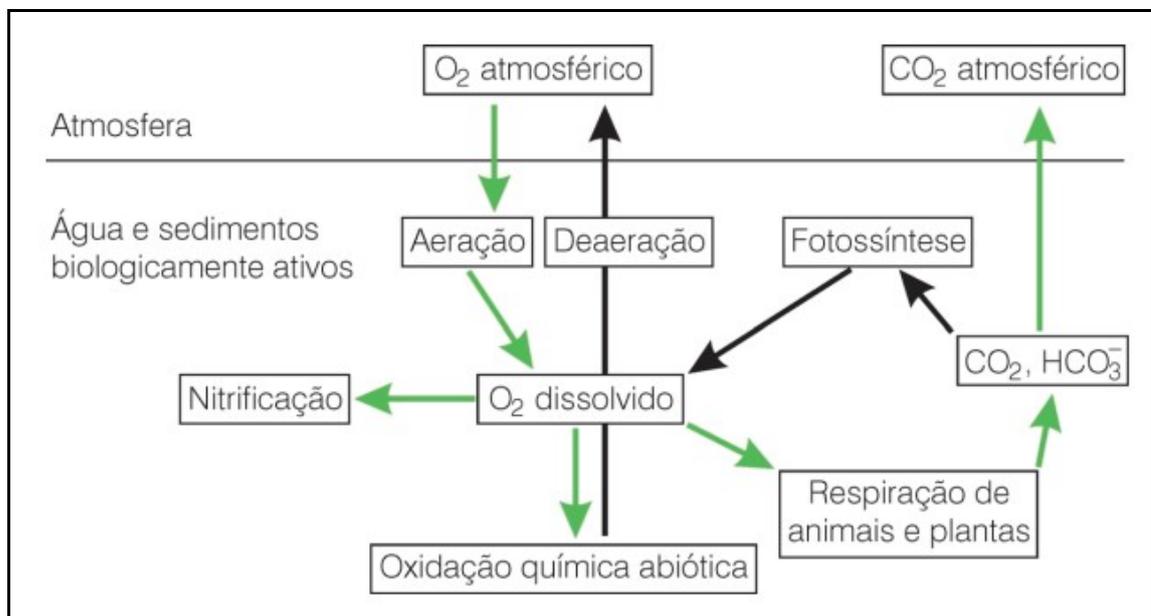


Figura 6: Balanço de oxigênio dissolvido nos sistemas aquáticos (adaptado de CONNELL, 1997).

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): De acordo com a CETESB (2016), a DBO de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Dessa maneira, para um ambiente em equilíbrio espera-se que haja altos valores de OD e baixos valores de DBO.

A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de 5 dias, numa temperatura de 20°C é frequentemente usado e referida como DBO₅₍₂₀₎.

Simplificadamente, o teste da DBO pode ser entendido da seguinte maneira: no dia da coleta, determina-se a concentração de oxigênio dissolvido (OD) da amostra. Cinco dias após, com a amostra mantida em um frasco fechado e incubada a 20°C, determina-se a nova concentração, já reduzida, devido ao consumo de oxigênio durante o período. A diferença entre o teor de OD no dia zero e no dia 5 representa o oxigênio consumido para a oxidação da matéria-orgânica, sendo, portanto, a DBO₅ (VON SPERTLING, 2014, p. 89).

O aumento da DBO num corpo d'água é provocado por despejos de origem orgânica, que pode levar ao esgotamento do oxigênio, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. Quando o OD diminui pela acumulação excessiva de matéria orgânica provinda dos esgotos e pelo desenvolvimento de algas, ocorre a chamada eutrofização (aumento da concentração de nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio). De acordo com Mazzini (2008), eutrofização é o:

Processo acelerado pelo homem e pelo qual um corpo d'água adquire uma alta concentração de nutrientes – especialmente fosfatos e nitratos oriundos de efluentes industriais e sanitários e do escoamento de áreas com fertilizantes agrícolas – induzindo ao desenvolvimento de superpopulação de microorganismos, especialmente algas. À medida que as algas e os outros microorganismos morrem e se decompõem, altos níveis de matéria orgânica e organismos em decomposição esgotam o oxigênio dissolvido (OD) presente na água, provocando a morte de outros organismos. O sistema entra em anaerobiose, causando mau cheiro principalmente pela presença de sulfetos e gás sulfídrico (MAZZINI, 2008, p.246)

A DBO é o parâmetro mais importante no controle das atividades poluidoras, sendo utilizado na avaliação de eficiência de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) e na definição de limites de descarte de matéria orgânica. Trata-se de um indicador indireto de matéria orgânica, mensurado pela quantidade de oxigênio necessária para os microrganismos estabilizarem a matéria orgânica presente (LEITE, 2004).

A oxidação da matéria orgânica presente nos esgotos pode ser representada pela seguinte reação simplificada:



A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece, para a Classe 1, o limite máximo de 3mg/l para a DBO₅₍₂₀₎.

O Quadro abaixo se refere as condições dos córregos em função da variação da DBO. Como podemos perceber, com valores acima de 70 mg/l o curso d'água é considerado poluído.

Escherichia coli (E. coli): é a principal bactéria do subgrupo dos coliformes termotolerantes, que normalmente estão presentes em grandes quantidades no trato intestinal de seres humanos e outros animais. Está presente em número elevado nas fezes humanas e de animais homeotérmicos e é raramente detectada na ausência de poluição fecal. É considerado o indicador mais adequado de contaminação fecal em águas doces (CETESB, 2016). Diferente dos coliformes totais e fecais, *E.coli* é a única que dá garantia de contaminação exclusivamente fecal.

A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece, para a Classe 1, que "a E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente". Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008, também estabelece que "a E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliforme termotolerante, observando-se os mesmos limites", ou seja, "não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral".

É importante destacar que, segundo o IGAM (2013), em Minas Gerais, o parâmetro *Escherichia coli* passou a ser utilizado no monitoramento da qualidade das águas superficiais em substituição aos coliformes termotolerantes, a partir da primeira campanha de 2013. Esse fato se deve a estudos atuais que vem mostrando a espécie *Escherichia coli* como sendo a única indicadora inequívoca de uma contaminação fecal, humana ou animal, uma vez que, foram identificadas algumas poucas espécies de coliformes termotolerantes habitando ambientes naturais, apresentando, portanto, limitações como indicadores de contaminação fecal.

Nitrogênio Total (NT): O nitrogênio é componente químico fundamental para as reações biológicas, já que as mesmas só ocorrem quando há a presença de quantidade suficiente desse elemento químico. O nitrogênio está presente no ambiente de diferentes formas, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio orgânico. Em um curso d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio

da poluição eventualmente ocasionada por algum lançamento de esgotos a montante. Se esta poluição é recente, o nitrogênio estará basicamente na forma de nitrogênio orgânico ou amônia e, se antiga, basicamente na forma de nitrato (VON SPERLING, 2014).

O principal problema relacionado com altas concentrações de nitrogênio é a eutrofização. Esse elemento é indispensável para o crescimento de algas e, quando em elevadas concentrações, pode conduzir a um crescimento exagerado desses organismos, causando interferências nos usos desejáveis da água (VON SPERLING, 2014).

Fósforo Total (FT): O fósforo aparece nas águas naturais em decorrência, principalmente, das descargas de esgotos sanitários. Em caso de alta concentração no corpo hídrico, pode levar o ambiente à eutrofização, já que o fósforo é nutriente limitante para o crescimento das algas. A matéria orgânica fecal e os detergentes em pó empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte. A presença de fósforo nas águas superficiais pode ter origem, em pequena escala, na dissolução de compostos do solo ou em maior escala, pelos despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais, fertilizantes e esgotos (VASCONCELOS E MELLO, 1998). Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2016). De acordo com Von Sperling (2014), a importância do fósforo associa-se principalmente aos seguintes aspectos:

- O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica. Usualmente os esgotos domésticos possuem um teor suficiente de fósforo, mas este pode estar deficiente em certos despejos industriais;
- O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de algas, podendo por isso, em certas condições, conduzir a fenômenos de eutrofização de lagos e represas.

Temperatura: A temperatura da água é um parâmetro importante nos estudos limnológicos, pois tem grande influência sobre o nível de atividade dos organismos aquáticos, seu crescimento e reprodução. Também influencia a química da água como o aumento ou diminuição das reações químicas e a solubilidade de gases como oxigênio, dióxido de carbono e de minerais.

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano,

período do dia, taxa de fluxo e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas.

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de variáveis físico-químicas. Em geral, à medida que a temperatura aumenta, de 0 a 30°C, a 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 (CETESB, 2008). 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.

Potencial Hidrogeniônico (pH): Por influir em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental.

Causas naturais para alteração no pH podem estar associadas à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, fotossíntese e oxidação da matéria orgânica. O valor do pH tem importante relação com as comunidades vegetais e animais no meio aquático devido a seus efeitos na fisiologia de diversas espécies. Assim como o metabolismo destes organismos interfere no pH, o pH interfere de diferentes maneiras no metabolismo dos mesmos. Já as causas por intervenção humana estão relacionadas, por exemplo, ao despejo de esgotos domésticos - o que aumenta a quantidade de matéria orgânica a ser oxidada - despejos industriais, poluição atmosférica e chuva ácida.

Os resultados são interpretados da seguinte forma:

- pH < 7: condições ácidas
- pH = 7: neutralidade
- pH > 7: condições básicas

Em relação aos corpos d'água:

- Valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas;
- Valores elevados ou baixos podem ser indicativos da presença de efluentes industriais;

A Resolução CONAMA nº 357/05 estabelece, para águas de Classe 1, que o pH deve estar entre 6,0 e 9,0.

Potencial de Oxirredução (ORP⁷): O potencial de oxirredução expressa a tendência de uma forma química adquirir elétrons e assim ser reduzida, controlando deste modo diversos processos biogeoquímicos que ocorrem nos corpos d'água. Segundo Esteves e Marinho (2011), valores baixos de ORP indicam natureza redutora e valores altos indicam natureza oxidante. Em águas naturais os valores de ORP podem variar entre -500 a 700 mV e variações nos valores deste parâmetro são influenciadas geralmente pela quantidade e qualidade de matéria orgânica, temperatura e disponibilidade de substrato. O agente oxidante mais importante nas águas continentais é o oxigênio, assim, para valores altos de OD serão encontrados, geralmente, valores altos de ORP. Por outro lado, baixas concentrações de OD indicam predominância de processos redutivos, como, por exemplo, a respiração anaeróbia de bactérias. Assim, a contaminação de águas continentais age, geralmente, de maneira redutiva, gerando leituras de valores mais baixos de ORP.

A Resolução CONAMA nº 357/05 não define limites para este parâmetro.

Condutividade Elétrica (CE) e Condutividade Específica (SPC): A condutividade expressa a capacidade da água em conduzir corrente elétrica. No caso da condutividade específica, há uma compensação da temperatura, diferenciando-se da tradicional condutividade elétrica, sendo assim, melhor para avaliações de qualidade da água.

É afetada pela concentração de íons dissolvidos e pela presença de sólidos inorgânicos dissolvidos, como cloreto, sulfato, sódio, cálcio e outros. A condutividade sofre influência da temperatura e do pH, pois temperaturas mais elevadas tendem a aumentá-la. Outra característica importante é a geologia da bacia, pois águas que correm por leitos de rocha de granito tendem a apresentar valores mais baixos de condutividade que as águas de leitos calcários e argilosos. O aporte da água subterrânea, as quais são fortemente ionizadas a partir de minerais dissolvidos, também aumenta a condutividade nos corpos superficiais. Como fontes artificiais, podem alterar a condutividade da água os despejos de efluentes industriais e a drenagem de áreas urbanas e agropecuárias (Oliveira, 2018).

Do ponto de vista limnológico, esta é uma das variáveis mais importantes uma vez que pode fornecer informações tanto sobre o metabolismo do sistema aquático como dos processos que ocorrem na bacia de drenagem do corpo hídrico. A condutividade pode ajudar a conhecer sobre a magnitude da concentração iônica, a detectar fontes poluidoras e a avaliar as diferenças geoquímicas dos afluentes de um corpo d'água.

⁷ Em inglês, ORP (Oxidation Reduction Potential).

A Resolução CONAMA nº 357/05 não define limites para nenhum dos dois parâmetros. Para a condutividade elétrica, a CETESB afirma que valores acima de 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009). Contudo, essa indicação deve ser observada com certa ressalva, pois certas águas minerais apresentam índices elevados de condutividade em sua composição natural.

Sólidos Totais Dissolvidos (TDS): Os sólidos presentes na água podem se apresentar nas formas em suspensão - sedimentáveis e não sedimentáveis; ou dissolvidos - voláteis e fixos. As fontes naturais de sólidos nos ecossistemas aquáticos são as partículas inorgânicas de solo e rochas provenientes de processos erosivos, os organismos e detritos orgânicos. Porém, a ação humana pode intensificar os processos erosivos na bacia de drenagem, ou ainda, o lançamento de efluentes nos corpos d'água também podem carrear sólidos. O parâmetro 'sólidos dissolvidos' pode ser um bom indicador de qualidade da água, por refletir a influência do lançamento de esgotos no corpo hídrico. A Resolução CONAMA nº 357/05 e a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 1, de 05 de Maio de 2008 estabelecem o valor máximo de 500 mg/l para águas doces Classe 1.

4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desta pesquisa compreende a Remonta, área de domínio do Exército Brasileiro, localizada na Região Nordeste de Juiz de Fora, e que abrange parte da bacia hidrográfica do Ribeirão das Rosas, em seu baixo curso.

Nesta área, está localizado o Centro de Educação Ambiental e Cultura do Exército, conhecido como CIJF/CEAC. A missão do Exército nessa área é preservar o patrimônio, o meio ambiente e a cultura, além de ceder as áreas de instrução para o treinamento das tropas do Exército sediadas em Juiz de Fora e municípios vizinhos. Em casos especiais, atender às Forças Singulares, Auxiliares e Entidades Cíveis.

A Remonta localiza-se no eixo de expansão da cidade (PJF, 2004) na direção norte, promovendo, ao mesmo tempo, o direcionamento (indução) da mancha urbana, e um limite à sua expansão (TASCA, 2010). Como pertence ao Exército Brasileiro, essa área é considerada estratégica para expansão urbana (PJF, 2004, p.41). Pelo fato de o Exército não permitir qualquer tipo de realização imobiliária, essa área tem se mantido praticamente intocada. Além disso, a Mata da Remonta apresenta função ambiental de Equilíbrio Ecológico e Regularização de vazão do curso d'água (PJF, 2004).

O Ribeirão das Rosas atravessa duas regiões de planejamento em Juiz de Fora: Grama e Represa (PJF, 2004). Na região do bairro Grama, destacam-se atividades agropecuárias, ocupação urbana, atividade hospitalar, indústria química e extração mineral, atividades potencialmente geradoras de efluentes, que sem receber tratamento comprometem a qualidade das águas do ribeirão. Além dos esgotos industriais e domésticos, há também o lançamento de lixo e entulhos no ribeirão e nos seus afluentes, causando o assoreamento que é agravado pelo carreamento de sedimentos originados nas saibreiras e pelas grandes movimentações de terra para implantação de loteamentos, favorecendo o assoreamento e consequentes transbordamentos do Ribeirão das Rosas e a degradação da qualidade de suas águas (PJF, 2004). Como ainda não existem ações efetivas com relação à ocupação de áreas de risco, à diminuição do lançamento de lixo e ao tratamento dos efluentes doméstico e industrial, o que se observa é o aumento dos impactos nos cursos d'água da região (PJF, 2004). Assim, ao entrar no trecho militar da Remonta (Ponto 1), o Ribeirão das Rosas carrega todos os efluentes recebidos a montante (Figura 7).

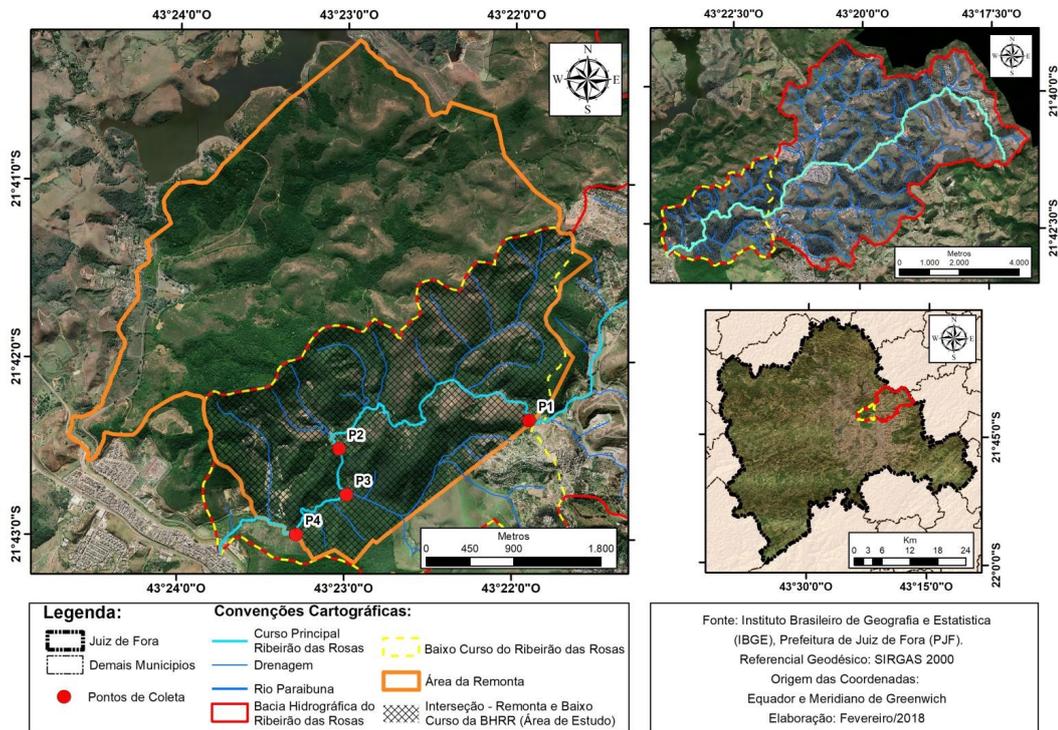


Figura 7: Localização da área de pesquisa e dos pontos de coleta de amostras.

O trecho da região de planejamento da Represa, onde se encontra a área da Remonta, com grande extensão pertencente ao Exército Brasileiro, apresenta características bem distintas das descritas anteriormente. Essa área ocupa o baixo curso do Ribeirão das Rosas, caracterizada pela baixa densidade demográfica (com reduzida introdução de matéria orgânica), grande cobertura vegetal (que protege os solos, diminuindo os processos erosivos e o conseqüente assoreamento) e aumento da vazão, pela contribuição de vários afluentes (que, em grande parte, não recebem contribuição de efluentes urbanos), como pode ser observado nas Figuras 8 e 9.

De acordo com IBGE (2010), a área da bacia apresenta uma população contribuinte de 22.590 habitantes. Em relação à climatologia do município, a precipitação média anual é de 1504 mm, sendo uma estação seca e outra chuvosa. O mês mais seco é julho com 18 mm e o mês de janeiro, com média de 287 mm, é o mês de maior precipitação.

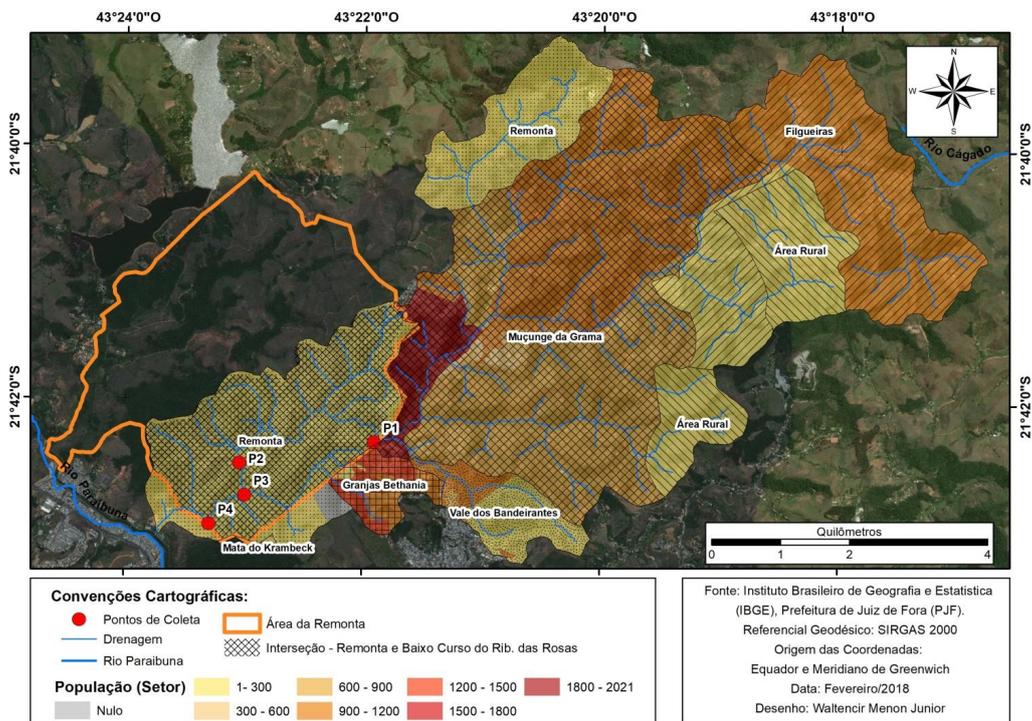


Figura 8: Densidade Demográfica da Bacia Hidrográfica Ribeirão das Rosas.

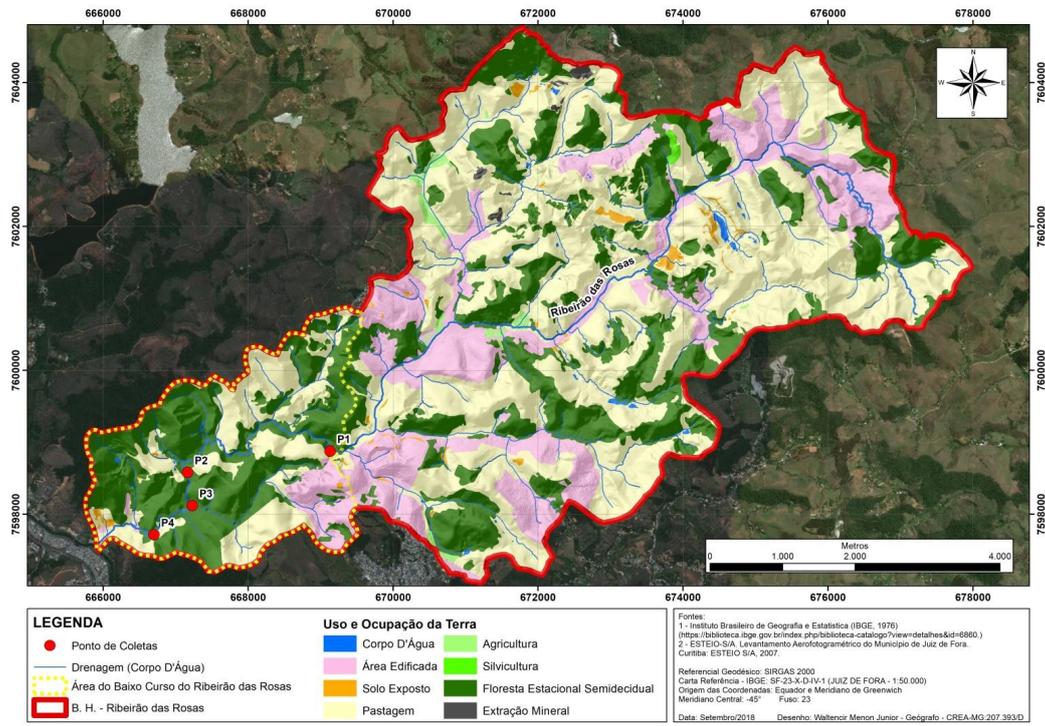


Figura 9: Uso da Terra e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica Ribeirão das Rosas.

O trecho da Remonta, notadamente mais protegido, aparece no baixo curso do Ribeirão das Rosas, o que confere a esse curso d'água uma característica diferenciada quando comparado aos demais córregos urbanos de Juiz de Fora, que apresentam processo de ocupação urbana no sentido jusante/montante, com a população majoritariamente contida no baixo curso dos córregos. Essa situação leva a uma constante diminuição da qualidade das águas dos córregos urbanos em direção à foz. Nesse sentido, o Ribeirão das Rosas apresenta uma conformação diferenciada, já que seu baixo curso é caracterizado pela ocupação do Exército, sem os usos característicos e as elevadas densidades de ocupação humana que se observam nas demais bacias urbanas. Essa conformação é de extrema importância para o estudo, pois se trata de uma bacia urbana de características singulares, ao contrário do que já demonstraram vários estudos (LATUF, 2003; COELHO, 2008; MACHADO, 2010; MACHADO 2011), provavelmente, favorecendo a melhoria da qualidade das águas para jusante.

É importante destacar também o valor histórico, arquitetônico e cultural dessa área de estudo, por abrigar o Casarão da antiga Fazenda Ribeirão das Rosas, construída por volta de 1750, tombada como patrimônio do município em 2001 (PJF, 2003).

Do ponto de vista viário, a Região de Planejamento (RP) do Grama se destaca como um eixo de crescimento da cidade, apresentando como eixo estruturador a MG-353, rodovia responsável pela ligação da Zona da Mata com Juiz de Fora, Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. Desempenha também papel de via local, ligando a RP ao centro da cidade. O Plano Diretor de Juiz de Fora (PJF, 2004) apresentava como proposta de grande importância para o desenvolvimento urbano e melhoria no trânsito da cidade, a instalação da Via Remonta, ligação viária entre os bairros Grama e Barbosa Lage (MG-353 até o Acesso Norte) (PJF, 2004, p. 41; 116). Já no Plano Diretor Participativo de Juiz de Fora (PJF, 2016), é inserida uma classificação ambiental definida como Unidade de Proteção e Incremento Ambiental II, para a área onde havia a proposta de instalação da Via Remonta.

5 METODOLOGIA

Destaca-se inicialmente que os dados sobre a qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, apresentados nessa pesquisa, decorrem de duas fontes: um primeiro conjunto de dados resulta das amostras que ficaram a cargo da Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA) e outro conjunto refere-se às coletas realizadas mensalmente pela autora.

Para avaliar a qualidade das águas do baixo curso do Ribeirão das Rosas, esta pesquisa adotou partes da metodologia disponível no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, publicado na Resolução ANA nº 724, de 3 de outubro de 2011, especialmente os três primeiros capítulos que "trazem os conceitos básicos necessários ao planejamento de um programa de amostragem e organização do trabalho de campo", observando-se ainda o disposto na Resolução nº 357/2005, do CONAMA (BRASIL, 2005). Outra base foi constituída pelo Procedimento Operacional Padrão (POP), da CESAMA, que estabelece as condições para o plano e procedimento de amostragem de água bruta (*in natura*). Foram observadas também orientações contidas nos trabalhos de Latuf (2003), Coelho (2008), Machado (2011) e Oliveira (2018).

Para a realização do estudo da qualidade das águas superficiais do ribeirão, foram utilizados os relatórios da CETESB (2009), que trazem os conceitos e significados das variáveis de qualidade das águas e as metodologias de análise.

As coletas das amostras de água do baixo curso do Ribeirão das Rosas (bem como as análises laboratoriais) foram gentilmente realizadas, trimestralmente, pela equipe técnica do laboratório da CESAMA, desde o mês de agosto de 2017 até maio de 2018. Esse interstício abarcou duas coletas no período mais seco (agosto e maio) e duas coletas no período chuvoso (novembro e fevereiro), quando foram avaliados os parâmetros **OD, DBO, E. coli, Nitrogênio e Fósforo** (mais representativos no contexto de presença de matéria orgânica), que possibilitaram observar algumas tendências sobre a qualidade das águas do Ribeirão das Rosas em seu baixo curso.

Concomitante às amostragens realizadas pela CESAMA, foi realizada, como segunda via de ação, a análise dos parâmetros **Oxigênio Dissolvido (OD), pH, Condutividade Específica (SPC), Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) e Potencial de Oxirredução (ORP)**, medidos *in loco* com a utilização da Sonda multiparamétrica YSI Professional (Figura 10), cedida gentilmente pelo NAGEA/UFJF (Núcleo de Análise Geo Ambiental/UFJF). As coletas

foram realizadas mensalmente, desde o mês de outubro de 2017 até o mês de julho/2018, totalizando 10 coletas.



Figura 10: Sonda multiparamétrica YSI Professional. Fonte: Disponível em <https://www.clean.com.br/Produto/Detalhe/16> (Acesso em: 20/02/2018).

As coletas foram realizadas no sentido de jusante para montante, ou seja, começando pelo ponto 4 (mais próximo a foz) até o ponto 1 (entrada do ribeirão na área do Exército). Os dados de qualidade da água foram importados para programa Microsoft Office Excel e para o Software R, programas destinados às análises estatísticas e criação de gráficos.

Os resultados obtidos dessas análises de água foram comparados aos valores limites (padrões) estabelecidos pela legislação ambiental vigente (Resolução CONAMA 357/2005) e avaliados em relação aos padrões estabelecidos para as águas da Classe 1, na qual o Ribeirão das Rosas foi enquadrado pela Deliberação Normativa COPAM 16/1996.

Foi realizada também uma análise das correlações das variáveis (parâmetros de qualidade da água), que serviram de base para a realização do diagnóstico da situação atual da qualidade das águas do baixo curso do Ribeirão das Rosas, o que permitiu verificar a hipótese dessa pesquisa, que se fundamenta na melhoria das águas do ribeirão em direção à jusante, tanto pela redução da introdução de matéria orgânica, quanto, e, sobretudo, pela influência positiva da área da Remonta, com suas especiais características ambientais.

Para a elaboração dos produtos cartográficos do presente trabalho, utilizou-se a base de dados cedida pela Prefeitura de Juiz de Fora, a qual se refere ao levantamento topográfico por LIDAR, gerado pela empresa ESTEIO S/A referente ao ano de 2007, onde se encontram presentes os arquivos vetoriais referentes às curvas de nível, com resolução de 1 metro, que foram utilizadas no processo de elaboração do Modelo Digital de Elevação da área em estudo. Além desse material, recorreu-se também à imagem de satélite Quickbird 2 para elaboração do mapa de uso, ocupação e cobertura da terra em escala de detalhe e à carta planialtimétrica

(SF-23-X-D-IV-1), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala de 1:50.000, para a localização do curso d'água principal da bacia e seus afluentes, o que, em associação com as bases supracitadas, possibilitou caracterizar os trechos alto, médio, e, especialmente, baixo curso, onde se localiza a área militar da Remonta.

Os parâmetros analisados pela CESAMA estão listados na Tabela 1. As amostras foram coletadas por técnicos da empresa e analisadas nos laboratórios da própria companhia. Na Tabela 2 são listados os parâmetros avaliados pela autora com a utilização da Sonda multiparamétrica, com ajuda de alguns militares do Campo de Instrução de Juiz de Fora.

Tabela 1: Parâmetros analisados pela CESAMA e seus respectivos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

PARÂMETRO	UNIDADE	LIMITES DE DETECCÃO (LQ) LABORATÓRIO/CESAMA	LIMITES CONAMA 357/05 - Classe 1
<i>E. coli</i>	NMP.100ml ⁻¹	1	Máximo 200
Oxigênio Dissolvido	mg/l	XX	Mínimo 6 mg.l ⁻¹
DBO	mg/l O ₂	12	Máximo 3 mg.l ⁻¹
Fósforo total	mg/l P	0,02	Máximo 0,02 mg.l ⁻¹
Nitrogênio total	mg/l N	0,5	Não há padrão estabelecido

Tabela 2: Parâmetros analisados pela Sonda multiparamétrica e seus respectivos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

PARÂMETRO	UNIDADE	LIMITES CONAMA 357/05 - Classe 1
Oxigênio Dissolvido	mg/l	6 mg.l ⁻¹
pH	-	6 a 9
Condutividade Específica (SPC)	μS.cm ⁻¹	-
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)	mg/l	500 mg.l ⁻¹
Potencial de Oxirredução (ORP)	-	-

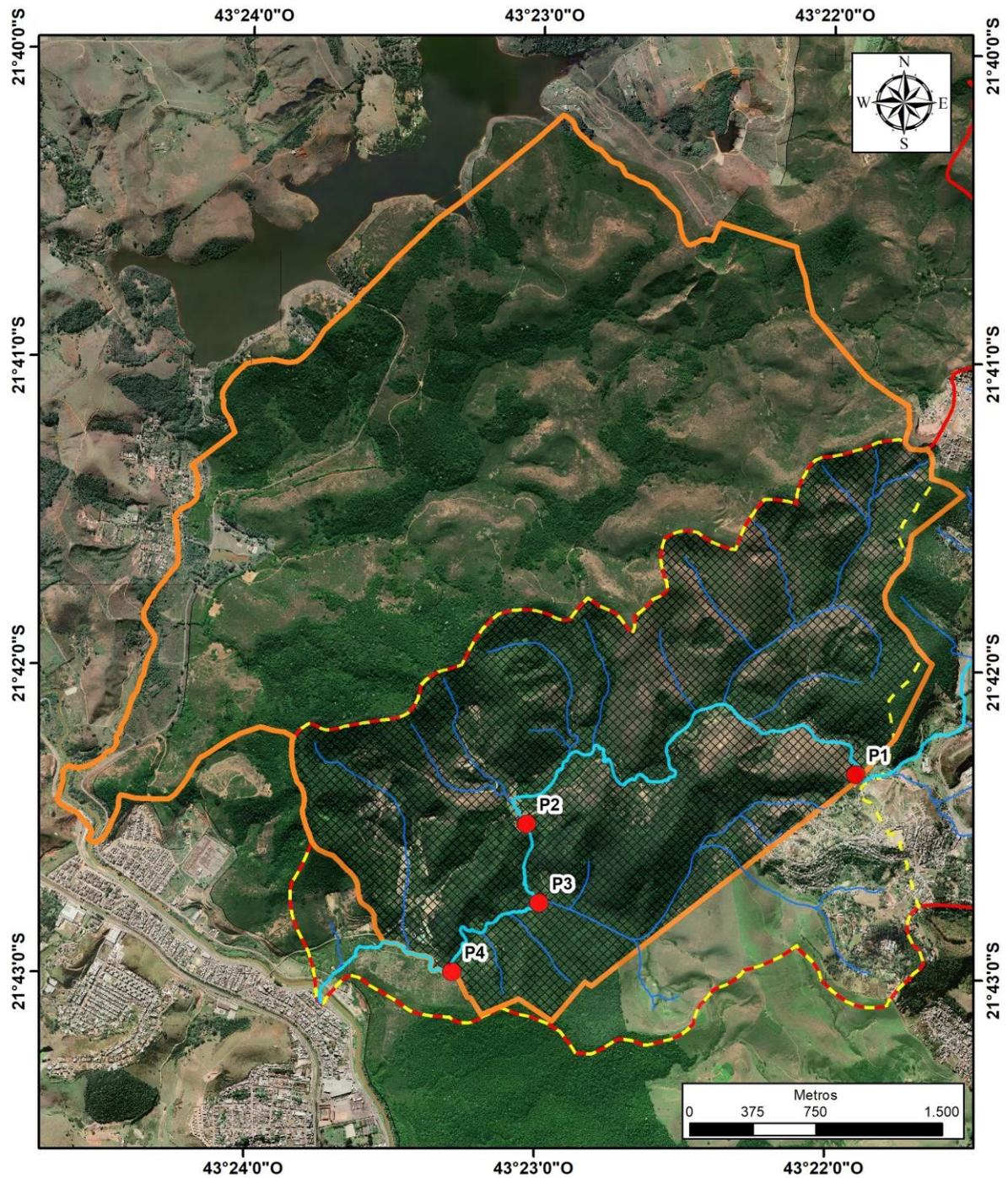
O Quadro 3 apresenta as datas de realização das coletas e as respectivas condições meteorológicas.

Quadro 3: Caracterização meteorológica das coletas realizadas

DATA DA COLETA		ESTAÇÃO DO ANO	PARÂMETROS ANALISADOS PELA CESAMA	PARÂMETROS ANALISADOS PELA SONDA	CONDIÇÕES DE TEMPO NO HORÁRIO DA COLETA	TEMPERATURA	CHUVA (48h anteriores) mm
1	14 de agosto de 2017	Inverno	x		Ensolarado	24	0
2	04 de setembro de 2017	Inverno		x	Ensolarado	20	0
3	27 de novembro de 2017	Primavera	x		Ensolarado/Chuvoso	23	73.9
4	21 de dezembro de 2017	Verão		x	Ensolarado	26	0.2
5	30 de janeiro de 2018	Verão		x	Nublado/Chuvoso	23	33.8
6	19 de fevereiro de 2018	Verão	x	x	Chuvoso/Ensolarado	25	6.6
7	26 de março de 2018	Outono		x	Ensolarado	22	10.4
8	30 de abril de 2018	Outono		x	Ensolarado	21	0
9	23 de maio de 2018	Outono	x	x	Ensolarado	16	0
10	25 de junho de 2018	Inverno		x	Ensolarado	25	0
11	30 de julho de 2018	Inverno		x	Ensolarado	22	0

Os valores da precipitação acumulada referente aos dois dias anteriores à coleta, como apresentado no Quadro 3, foram obtidos a partir da Estação Climatológica de Juiz de Fora, nº 83692, localizada no campus da UFJF. É importante destacar os dados de pluviosidade, pois a ocorrência de chuvas pode influenciar alguns aspectos como o arraste de materiais para os corpos hídricos e a diluição de poluentes.

Como indicado pela CETESB (1997), "quando as amostras forem coletadas diretamente de um corpo d'água receptor, procura-se selecionar pontos de amostragens bem representativos da amostra de água a ser examinada (...)". Assim, através dos trabalhos de campo, foram definidos, previamente, os quatro pontos de coleta de água (Figura 11).



Convenções Cartográficas:	
●	Pontos de Coleta
—	Curso Principal Ribeirão das Rosas
—	Drenagem
—	Rio Paraibuna
	Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Rosas
	Baixo Curso da Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Rosas
	Área da Remonta
	Interseção - Remonta e Baixo Curso da BHRR (Área de Estudo)

Fonte:
 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Prefeitura de Juiz de Fora (PJF).
 Referencial Geodésico: SIRGAS 2000
 Origem das Coordenadas:
 Equador e Meridiano de Greenwich
 Data: Fevereiro/2018
 Desenho: Waltencir Menon Junior

Figura 11: Mapa de localização dos pontos de coleta.

Foram eleitos pontos de monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos com características especiais, que representam adequadamente as características do corpo hídrico, além de se considerar a acessibilidade aos locais escolhidos.

O Quadro 4 apresenta a localização e o respectivo valor da altitude dos pontos de monitoramento.

Quadro 4: Descrição da localização dos pontos de monitoramento.

Ponto de coleta (Figura 9)	Localização (Lat/Long)	Altitude (m)
1	21°42.330" S 43°21.904" W	772
2	21°42.501" S 43°23.037" W	721
3	21°42.757" S 43°22.991" W	720
4	21°42.984" S 43°23.289" W	719

O Quadro 5 apresenta as distâncias e os gradientes (diferença altimétrica) entre os pontos de coleta.

Quadro 5: Descrição da distância e gradientes entre os pontos de coleta.

Intervalo entre os pontos de coleta	Distância em linha reta (km)	Distância pelo ribeirão (km)	Gradiente altimétrico (m/km)	Altitudes	Varição em m
1 e 2	1,987	3,270	14,373	772 - 721	51
2 e 3	0,463	0,519	3,854	721 - 720	1
3 e 4	0,663	0,874	3,434	720 - 719	1
Entre 1 e 4	2,691	4,663	11,153	772 - 719	53

P1: Ponto de entrada do ribeirão na área militar da Remonta. Nesse ponto suas águas transportam todos os efluentes gerados (e não tratados) nos bairros localizados à montante, com elevada concentração de matéria orgânica (Figuras 12 e 13).



Figura 12: Coleta no primeiro ponto de coleta de água (Início da área do Exército).
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio



Figura 13: Primeiro ponto de coleta de água (Início da área do Exército).
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

P2: Ponto localizado à jusante do primeiro ponto, em local onde as águas do ribeirão se mostram mais oxigenadas, em razão do trecho encachoeirado que atravessa (Figuras 14 e 15), o que aumenta a velocidade das águas e a adição de oxigênio atmosférico. Soma-se a essa situação, nesse trajeto, a presença de uma grande cobertura vegetal, o aumento da vazão, em razão da grande quantidade de afluentes e a diminuição da introdução de matéria orgânica.

Todas essas características tendem a promover a melhoria da qualidade do corpo hídrico. As figuras 16, 17 e 18 se referem ao ponto onde foram realizadas as coletas.



Figura 14: Parte do trecho encachoeirado entre os pontos 1 e 2 com nítida presença de poluição representada pela espuma branca.
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

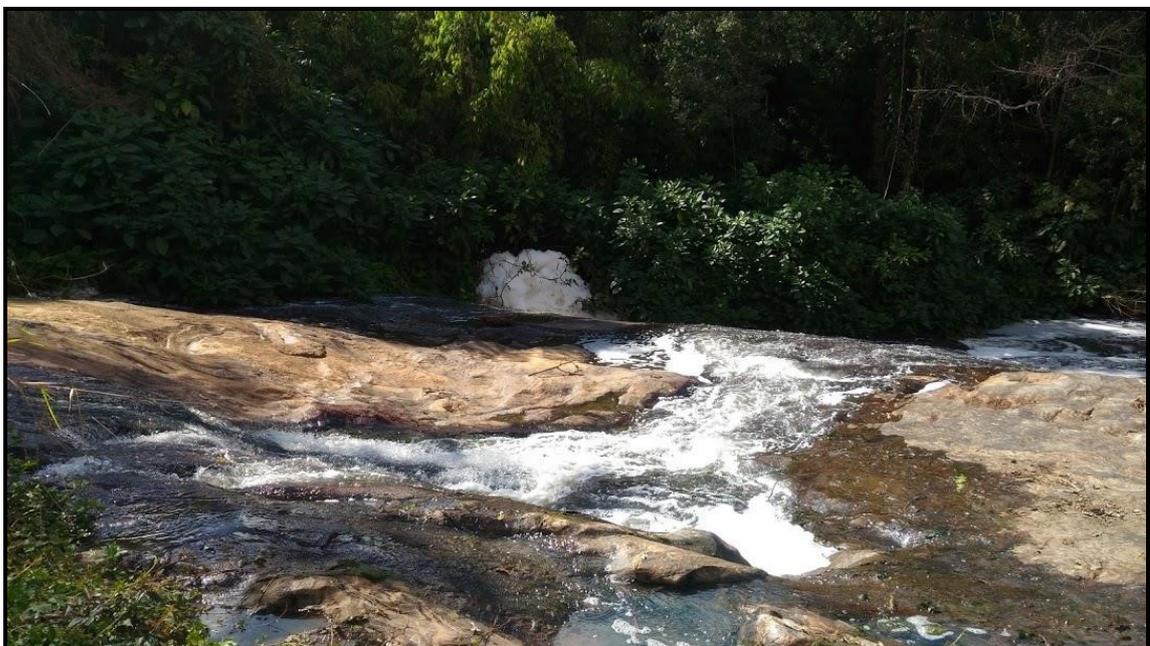


Figura 15: Parte do trecho encachoeirado entre os pontos 1 e 2 com nítida presença de poluição representada pela espuma branca.
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio



Figura 16: Coleta das amostras do ponto 2 realizada pelo técnico da CESAMA
Data: 19/02/2018. Autor: Geisa Dias Gaio



Figura 17: Vista de cima da ponte onde foram realizadas as coletas do ponto 2
Data: 19/02/2018. Autor: Geisa Dias Gaio

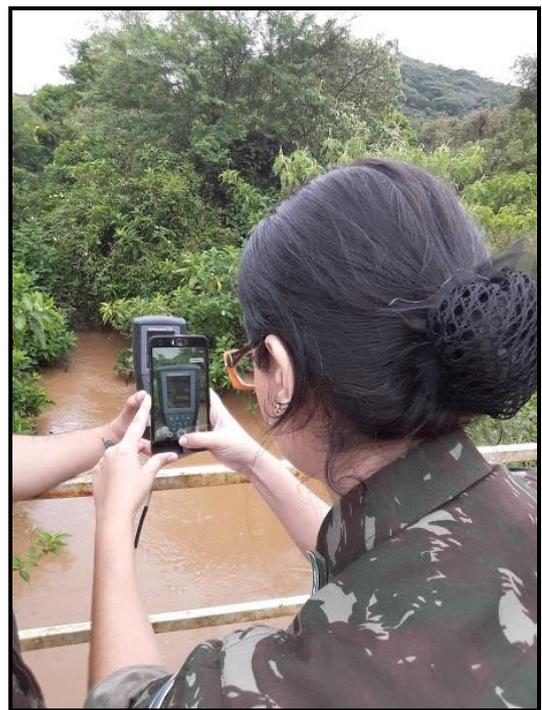


Figura 18: Imagem do ribeirão no segundo ponto de coleta de água vista a partir da ponte.
Data: 27/11/2018. Autor: Geisa Dias Gaio

P3: Este ponto localiza-se à jusante do encontro do Ribeirão das Rosas com um tributário que vem do bairro Granjas Bethânia, trazendo os afluentes domésticos ali gerados (Figura 19). O local foi escolhido justamente para avaliar a interferência desse tributário na qualidade das águas do ribeirão. Por não apresentar diferença significativa de altimetria entre os pontos 2 e 3

(baixo gradiente), não há tendência de aumento na oxigenação natural do corpo hídrico nesse trecho.



Figura 19: Terceiro ponto de coleta de água.
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

P4: Ponto localizado próximo à foz do Ribeirão das Rosas, na saída da área da Remonta, onde a água escoava com baixa velocidade devido à pequena declividade do leito (Figura 20). Observa-se uma tonalidade bem mais clara se comparado ao ponto 1 (entrada na área militar). A Figura 21 mostra a presença de gado próximo ao local onde foi recolhida as amostras do ponto 4. É importante destacar que os dejetos dos animais podem interferir nos resultados encontrados. A Figura 22 retrata os participantes das coletas realizadas pela CESAMA.



Figura 20: Coleta de amostras referente ao ponto 4 realizada pelo técnico da CESAMA
Data: 27/11/2017. Autor: Geisa Dias Gaio



Figura 21: Animais próximo ao ponto 4.
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio



Figura 22: Equipe participante da primeira coleta de água
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

5.1 METODOLOGIA DE COLETA REALIZADA PELA CESAMA

As coletas das amostras nos 4 pontos foram realizadas no período da tarde (horário disponibilizado pela CESAMA), com duração aproximada de 2 horas. O deslocamento, se iniciava por volta de 14:00 horas, partindo do ponto 4 (mais a jusante) em direção ao ponto 1 (mais a montante).

O deslocamento entre os pontos se deu com ajuda da viatura do exército e/ou do carro disponibilizado pela CESAMA.

Em cada ponto foram coletadas amostras, as quais eram acondicionadas em recipientes de plástico e devidamente preservadas (Figura 23), seguindo as demais orientações contidas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras, publicado pela Agência Nacional de Águas.

Foram utilizados nas coletas os seguintes materiais: Frascos adequados para coleta, de acordo com o parâmetro a ser analisado; Caixa térmica para as amostras que exigem refrigeração para sua preservação; Gel estético; Balde em inox; Funil; Caneta de retroprojeter; Caneta esferográfica; Papel alumínio; Prancheta; Sonda Multiparamétrica (para coletar informações referentes à temperatura da água e o valor do Oxigênio Dissolvido); Folha de anotação de pesquisa de campo, conforme apresentado nas figuras 24, 25 e 26.



Figura 23: Acondicionamento das amostras para transporte até o laboratório.
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio



Figura 24: Balde de inox utilizado na coleta
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio



Figura 25: Sonda YSI – CESAMA.
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

CESAMA		COLETA DE AMOSTRAS EXTRAS											
FOR-08	POP-10	Revisão 09	Última revisão: 24/10/2015	Página: 1 / 2									
DADOS CADASTRAIS													
SOLICITANTE:	TELEFONE:		Técnicos responsáveis pela coleta:										
PROCURAR POR:			Hora de chegada no laboratório:										
SS/OS:													
Data da coleta:			TER- GPS- xx COMP- xx OXI- Lote de amostra: xx										
Rota:			Condição climática última 24 h: ☐ Nublado (N) ☐ Envolado (E) ☐ Chuvoso (C)										
Plano amostragem:													
Nº	Nº Boletim de análise	Identificação da amostra	Ponto de Amostragem	Localização	Coordenadas Geográficas	Procedência	Tipo Amostra	Hora Coleta	Condutividade	Cloro (mg/L)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Temperatura (°C)	Parâmetros a serem analisados
1	/2017				Longitude: xx Latitude: xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
2	/2017	xx	xx	xx	Longitude: xx Latitude: xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
3	/2017	xx	xx	xx	Longitude: xx Latitude: xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
4	/2017	xx	xx	xx	Longitude: xx Latitude: xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
5	/2017	xx	xx	xx	Longitude: xx Latitude: xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
6	/2017	xx	xx	xx	Longitude: xx Latitude: xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
7	/2017	xx	xx	xx	Longitude: xx Latitude: xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx

Figura 26: Guia de anotação de campo da CESAMA
Data: 14/08/2017. Autor: Geisa Dias Gaio

Para a coleta de amostras foram tomados os seguintes cuidados:

- Limpeza dos frascos e dos demais materiais e equipamentos (baldes, frascos de coleta, etc.);
- Ambientação dos equipamentos de coleta com água do próprio local;
- Coleta de volume suficiente de amostra para eventual necessidade de se repetir algum ensaio no laboratório;
- Registro de todas as informações de campo, preenchendo os formulários de coleta;
- As amostras recolhidas foram encaminhadas para o laboratório em no máximo 3 horas após a coleta.

5.2 MAPEAMENTO DE USO, COBERTURA E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA RIBEIRÃO DAS ROSAS (BHRR)

Como forma de auxiliar a explicação dos resultados obtidos nas análises de qualidade da água mencionados anteriormente, foi realizado um estudo do uso, cobertura e ocupação da terra na BHRR.

A elaboração da carta de uso, cobertura e ocupação da terra foi realizada a partir de classificação manual da imagem referente à área de recorte da BHRR, a partir do levantamento aerofotogramétrico realizado do ano de 2010, cedido pela Prefeitura de Juiz de Fora. O recorte utilizado da imagem encontra-se entre as coordenadas 665000/679000E e 7597000/7605000N, georreferenciado em SIRGAS 2000/23S (Figura 27). A escala utilizada para a classificação das imagens foi de 1:5.000, pois assim, não haveria generalização das classes encontradas, nem excesso de informações das mesmas.



Figura 27: Imagem utilizada para o mapeamento de uso e ocupação da terra para o ano de 2010 para a Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Rosas. Na imagem o vermelho representa o limite da bacia.
Fonte: Prefeitura de Juiz de Fora (2011)

A imagem referente ao ano de 2010 – que é o levantamento mais recente para a cobertura completa do município – do Satélite QuickBird 2, com resolução espacial de 0,6 metro, com data de agosto/2010, adquirida pela Prefeitura de Juiz de Fora, cobre efetivamente

os mais de 1.429km² de área do município. No Quadro 6 estão sintetizadas algumas informações sobre a base do levantamento utilizado pelo presente estudo.

Quadro 6: Informação sobre o levantamento utilizado para o mapeamento de Uso, Cobertura e Ocupação da Terra.

Data de Aquisição da Imagem	Tipo de Levantamento	Escala original do Levantamento	Satélite Imageador	Nº de Bandas Espectrais	Resolução Espacial do Raster
Agosto/2010	Imageamento via Satélite	1:2.300	QuickBird 2	4 bandas, sendo: (3 no espectro RGB e uma pancromática)	0,6m x 0,6m = 0,36m ² (pixel)

Para o processo de classificação das imagens, a segmentação das classes foi feita manualmente – através de vetorização na ferramenta “edição de polígonos” do software de geoprocessamento ArcGIS. Tal procedimento foi utilizado devido a possível ocorrência de erros e problemas na geração das classes do mapa, caso fosse feito de forma automatizada. Diante da utilização da imagem, foram definidas as seguintes classes uso, cobertura e ocupação da terra: Áreas Edificadas, que representam os locais com consolidação da ocupação urbana; Agricultura, que constituem pequenas plantações de cultivo familiar; Extração Mineral, que são locais de extração de materiais derivados do Saprolito/Rochas destinadas ao comércio; Solo exposto, áreas de corte de encostas e/ou remoção de solo voltado a atividades comerciais (saibreiras, por exemplo); Pastagem, áreas que compuseram cobertura vegetal arbórea pretérita, mas, que devido ao uso extensivo, deram lugar à agricultura e pecuária; Silvicultura, composta pelo plantio de eucaliptos ou pinus voltados a produção de celulose; e Vegetação Arbórea, da Mata Atlântica, marcada por resquícios de Floresta Estacional Semidecidual.

Posteriormente à definição das classes de uso, cobertura e ocupação da terra, foram delimitadas as sub-bacias referentes a cada ponto de coleta, de modo a avaliar a qualidade da água a montante de cada ponto. Para cada um dos quatro pontos de amostragem de qualidade da água, no baixo curso do Ribeirão das Rosas, gerou-se a respectiva sub-bacia de contribuição, bem como as áreas referentes aos usos, cobertura e ocupação da terra – o que é detalhado no Capítulo 6, destinado aos resultados e discussões.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA NO BAIXO CURSO DO RIBEIRÃO DAS ROSAS

Sob o ponto de vista da poluição das águas por esgotos domésticos, a análise da qualidade da água, como já discutido anteriormente, é extremamente importante para identificar sua vulnerabilidade, sobretudo em relação aos parâmetros indicadores de matéria orgânica.

Para entender e dimensionar as alterações da qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, são apresentados, nas Tabelas 3 a 15, os resultados das 4 coletas realizadas pela CESAMA, que abrangeram os parâmetros **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**, **Oxigênio Dissolvido (OD)**, **Fósforo Total (FT)**, **Nitrogênio Total (NT)** e **Escherichia coli (E.coli)** e os resultados das 9 coletas complementares realizadas com a Sonda Multiparamétrica, que abrangeram os parâmetros **Temperatura**, **OD**, **pH**, **Potencial de Oxirredução (ORP)**, **Condutividade (C)** e **Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)**. Os resultados foram comparados entre si e confrontados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05. A partir daí podem-se verificar algumas tendências, que serão mais bem explicadas junto com as análises gráficas.

Tabela 3: Resultados da Primeira Coleta realizada pela CESAMA, em agosto/2017

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
DBO (mg/l O₂)	≤ 3	33,1	15,4	<12	>90
OD (mg/l O₂)	Mínimo de 6	1,2	6,1	5,5	5,6
Fósforo Total (mg/l P)	Máximo de 0,1	0,89	0,51	0,51	0,51
Nitrogênio Total (mg/l N)	Máximo de 3,7	15,3	9,4	8,4	10,3
E.coli (UFC/ml)	≤200 NMP. 100ml ⁻¹	3,9 x 10 ⁶ 3.900.000	2,6 x 10 ³ 2.600	4,1 x 10 ³ 4.100	3,4 x 10 ³ 3.400

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 4: Resultados da Segunda Coleta realizada pela CESAMA, em novembro/2017

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
DBO (mg/l O₂)	≤ 3	47,13	15,72	18,18	21,86
OD (mg/l O₂)	Mínimo de 6	x	2,7	3,3	3,1
Fósforo Total (mg/l)	Máximo de	1,11	0,21	0,22	0,22

P)	0,1				
Nitrogênio Total (mg/l N)	Máximo de 3,7	14	4,5	4,9	7,1
E.coli (UFC/ml)	≤200 NMP. 100ml ⁻¹	1,2 x 10 ⁶ 1.200.000	4,4 x 10 ³ 4.400	2,9 x 10 ³ 2.900	6,5 x 10 ³ 6.500

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 5: Resultados da Terceira Coleta realizada pela CESAMA, em fevereiro/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
DBO (mg/l O₂)	≤ 3	32,3	< 12,0	18,9	14,6
OD (mg/l O₂)	Mínimo de 6	3,6	6,0	5,4	5,2
Fósforo Total (mg/l P)	Máximo de 0,1	0,38	0,26	0,25	0,22
Nitrogênio Total (mg/l N)	Máximo de 3,7	6	6,2	5,6	6,6
E.coli (UFC/ml)	≤200 NMP. 100ml ⁻¹	3,4 x 10 ⁵ =340.000	5,5 x 10 ⁴ =55.000	4,9 x 10 ⁴ =49.000	4,0 x 10 ⁴ =40.000

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 6: Resultados da Quarta Coleta realizada pela CESAMA, em maio/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
DBO (mg/l O₂)	≤ 3	28,3	< 12,0	< 12,0	< 12,0
OD (mg/l O₂)	Mínimo de 6	5,1	8,2	8,1	8,6
Fósforo Total (mg/l P)	Máximo de 0,1	0,45	0,21	0,22	0,22
Nitrogênio Total (mg/l N)	Máximo de 3,7	8,1	4,2	5,2	4,0
E.coli (UFC/ml)	≤200 NMP. 100ml ⁻¹	240000,00	3100,00	-	2400,00

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 7: Resultados da Primeira Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em setembro/2017

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		16,2	15,5	15,5	15,5
OD (mg/l O₂)	Mínimo de 6	3,12	7,25	6,42	6,63
pH	6 a 9	6,81	6,87	6,87	6,87
Potencial de Oxirredução (ORP)		-169,8	-76,2	-84,3	-85,9
Condutividade Elétrica (µS.cm⁻¹)	-	134,4	137,8	141,1	144,6
Condutividade Específica (SPC)	-	161,5	168,3	172,5	176,7
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	104,65	109,2	111,8	115,05

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 8: Resultados da Segunda Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em dezembro/2017

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		22,3	21,7	21,8	21,7
OD (mg/l O ₂)	Mínimo de 6	2,8	6,68	6,7	6,62
pH	6 a 9	6,55	6,71	6,62	6,71
Potencial de Oxirredução (ORP)		-78,9	-7,5	-62,9	-73,6
Condutividade Elétrica (µS.cm ⁻¹)	-	151,5	143,6	141,7	143,3
Condutividade Específica (SPC)	-	159,5	153,1	153,2	152,8
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	104	99,45	98,8	99,45

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 9: Resultados da Terceira Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em janeiro/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		22,1	21,9	21,9	21,9
OD (mg/l O ₂)	Mínimo de 6	7,88	8,33	7,73	8,04
pH	6 a 9	6,55	6,7	6,65	6,72
Potencial de Oxirredução (ORP)		-77,5	-68,3	-75,9	-62,6
Condutividade Elétrica (µS.cm ⁻¹)	-	82,4	77,4	75,2	74
Condutividade Específica (SPC)	-	87,2	82,3	80	78,7
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	56,55	53,3	52	51,35

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 10: Resultados da Quarta Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em fevereiro/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		23	22,4	22,1	22,2
OD (mg/l O ₂)	Mínimo de 6	3,56	6,09	5,47	5,66
pH	6 a 9	6,82	6,83	6,79	6,84
Potencial de Oxirredução (ORP)		-128	-89,4	-94,9	-93,3
Condutividade Elétrica (µS.cm ⁻¹)	-	126,7	103,6	101,7	92,7
Condutividade Específica	-	131,8	108,9	107,5	97,9

(SPC)					
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	85.8	70,85	70,2	63.7

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 11: Resultados da Quinta Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em março/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		21.9	21.4	21.3	21,4
OD (mg/l O2)	Mínimo de 6	7.22	8.20	6.21	6.94
pH	6 a 9	6,59	6,65	6,69	6,71
Potencial de Oxirredução (ORP)		-40,8	-37.3	-53,5	-50.1
Condutividade Elétrica (µS.cm-1)	-	104.8	79.5	80.2	82.1
Condutividade Específica (SPC)	-	111.3	85.4	86.3	88.1
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	72.15	55,25	55,9	57.2

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 12: Resultados da Sexta Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em abril/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		20.7	19.4	19.2	19
OD (mg/l O2)	Mínimo de 6	3.34	8.06	7.62	6.37
pH	6 a 9	6,71	6,76	6,72	6,69
Potencial de Oxirredução (ORP)		-58,8	-30.6	-21,1	-17.8
Condutividade Elétrica (µS.cm-1)	-	141.3	87.3	85	90
Condutividade Específica (SPC)	-	153.8	97.4	95.6	101.7
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	99.45	63,06	62,4	66.3

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 13: Resultados da Sétima Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em maio/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		17.8	16.1	15.9	15.7
OD (mg/l O2)	Mínimo de 6	5.10	8.71	8.12	8.61
pH	6 a 9	6,93	6,94	6,93	6,9

Potencial de Oxirredução (ORP)		-31,6	-24,1	-25,3	-27,7
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	134	78,9	82,7	83,9
Condutividade Específica (SPC)	-	155,2	95,2	100	102
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	100,75	61,75	61,75	66,3

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 14: Resultados da Oitava Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em junho/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		18,9	17,1	17,4	17
OD (mg/l O₂)	Mínimo de 6	2,83	7,61	7,44	5,95
pH	6 a 9	6,43	6,54	6,59	6,58
Potencial de Oxirredução (ORP)		-91,3	-45,3	-45,4	-44,9
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	156,6	96,9	85	91,8
Condutividade Específica (SPC)	-	207,9	128,8	138,7	142,9
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	115,05	74,1	69,55	69,55

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

Tabela 15: Resultados da Nova Coleta realizada com a Sonda Multiparamétrica, em julho/2018

Parâmetros	Padrões*	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4
Temperatura (°C)		19,5	17,5	17,1	16,9
OD (mg/l O₂)	Mínimo de 6	1,19	6,16	5,52	5,68
pH	6 a 9	6,55	6,64	6,59	6,64
Potencial de Oxirredução (ORP)		-126,4	-49	-48,1	-51,7
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	186	110,3	117,7	120,9
Condutividade Específica (SPC)	-	177,2	114	95,6	116,5
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) (mg/l)	Máximo de 500	135,2	83,85	90,35	92,95

*Limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para Classe 1.

As Figuras 28 e 29 apresentam os gráficos de cada parâmetro levantado pela CESAMA e pela Sonda Multiparamétrica, dispostos lado a lado, de modo a facilitar comparações. Posteriormente, a partir da Figura 30, são apresentadas as análises de cada parâmetro. Destaca-se que as linhas vermelhas contidas nos gráficos dizem respeito aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 para as águas de Classe 1.

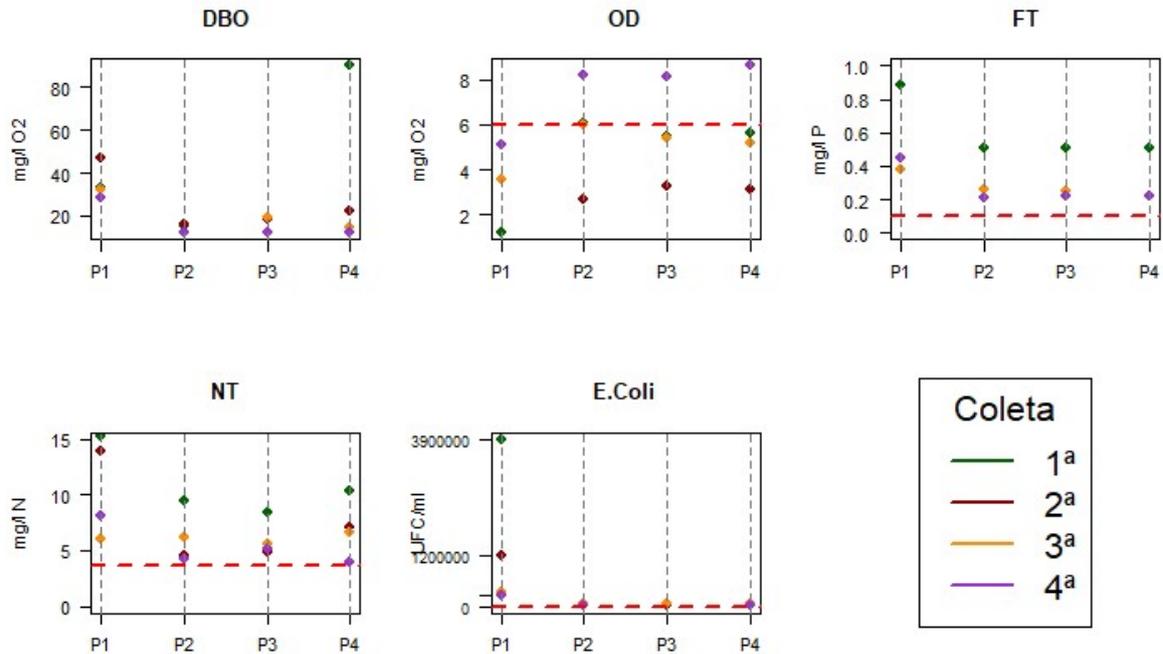


Figura 28: Resultados das coletas realizadas pela CESAMA.

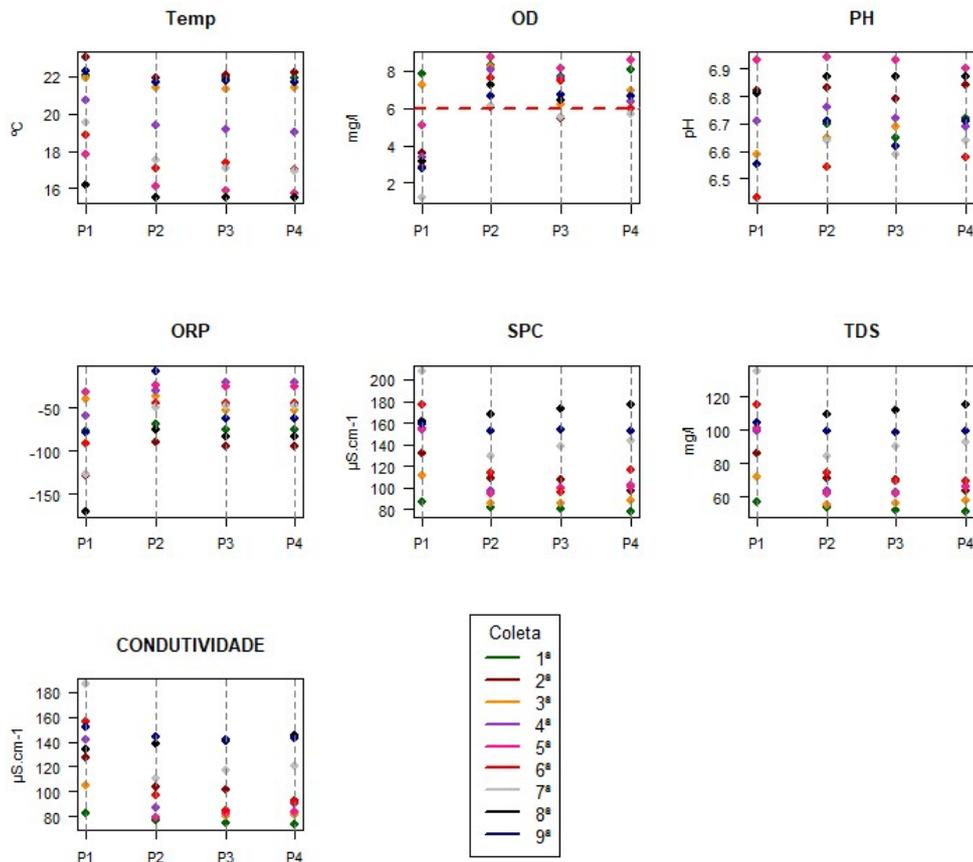


Figura 29: Resultados das coletas realizadas com a Sonda Multiparamétrica

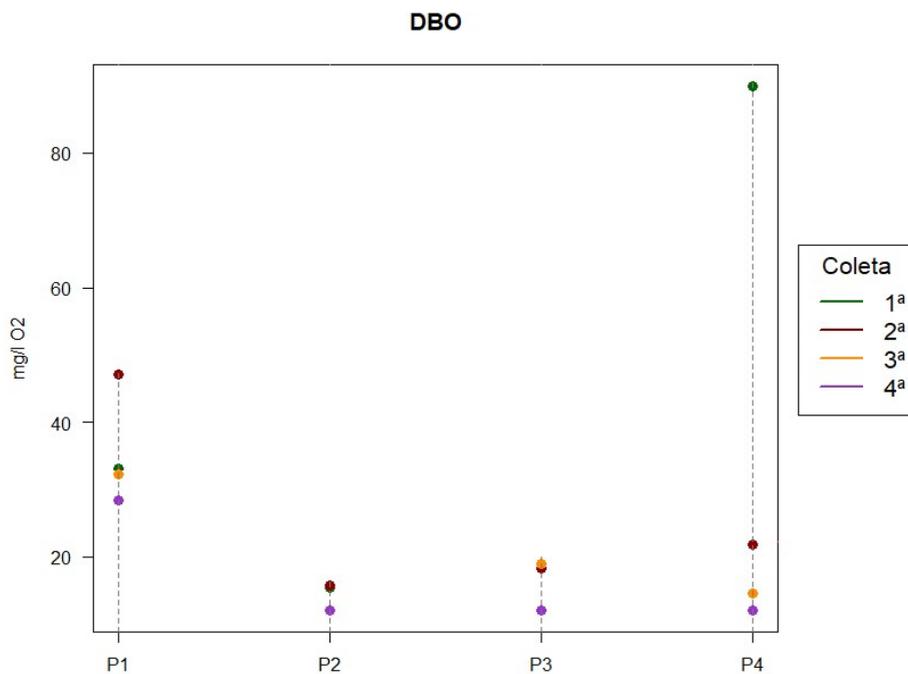


Figura 30: Resultados do parâmetro DBO, segundo exames realizados pela CESAMA.

A DBO é o parâmetro mais empregado para verificar a poluição das águas, pois mede a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar a matéria orgânica.

Nas análises realizadas nessa pesquisa verificamos que os valores encontrados para DBO foram elevados em todas coletas realizadas, sempre acima dos limites máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005, confirmando as tendências esperadas de baixa concentração de oxigênio. Silva e Porto (2015) atribuem as altas concentrações de DBO em um corpo hídrico urbano à carga difusa trazida pelo escoamento superficial da bacia. Com grande densidade populacional no alto e médio curso do Ribeirão das Rosas, o aporte de nutrientes por despejos de esgotos é muito elevado e a vazão do curso d'água não é suficiente para uma recuperação natural do rio.

Como já discutido no referencial teórico desse trabalho, sabemos que os ecossistemas naturais têm capacidade para decompor a matéria orgânica presente nos rios sem apresentarem mudanças na natureza das comunidades biológicas que abrigam. No entanto, os problemas surgem quando a taxa de entrada de esgoto excede esta capacidade de decomposição, como demonstrado nos resultados do baixo curso do Ribeirão das Rosas. Essa tendência é claramente observada na Figura 30, pois ao analisarmos os resultados por pontos de coleta percebemos que o ponto 1 apresenta os piores resultados de DBO, seguidos de uma ligeira melhora a partir do ponto 2.

Os valores elevados observados no ponto 1 podem ser explicados pela grande quantidade de matéria orgânica trazida de montante, já que os esgotos domésticos são lançados no ribeirão sem nenhum tipo de tratamento prévio, o mesmo acontecendo com os demais efluentes aí gerados (industriais, de agricultura etc.). Já a ligeira melhora observada no ponto 2, provavelmente está associada à presença de dois trechos encachoeirados, que contribuem para oxigenação do curso d'água. Após o ponto 2 os valores da DBO voltam a subir pois não existe mais a presença de trechos com quedas d'água, ocorrendo ainda a inserção de esgotos domésticos a partir de um tributário no ponto 3, proveniente do bairro Granjas Bethânea.

Infelizmente o monitoramento do parâmetro $DBO_{(5,20)}$ foi prejudicado devido ao limite inferior do método de análise adotado pelo laboratório da CESAMA, o que contribuiu para que os resultados encontrados na última coleta (Maio/2018) se mostrassem incoerentes nos pontos 2, 3 e 4, não sendo possível realizar uma análise adequada (para essa coleta), já que existem infinitos valores abaixo de “<12”, e isso nos impede de afirmar se este parâmetro se encontrava próximo ou não ao limite estabelecido para as águas da Classe 1 (≤ 3), na amostra desse citado mês. Mas, por se tratar de um córrego que recebe grande quantidade de

efluentes domésticos, não é esperada uma melhoria significativa da DBO após o ponto 2, como foi demonstrado nas coletas de meses anteriores.

Para ajudar a corrigir esse problema serão apresentados mais adiante os resultados médios da DBO, tornando-se mais fácil visualizar seu comportamento e tendência no baixo curso do Ribeirão das Rosas.

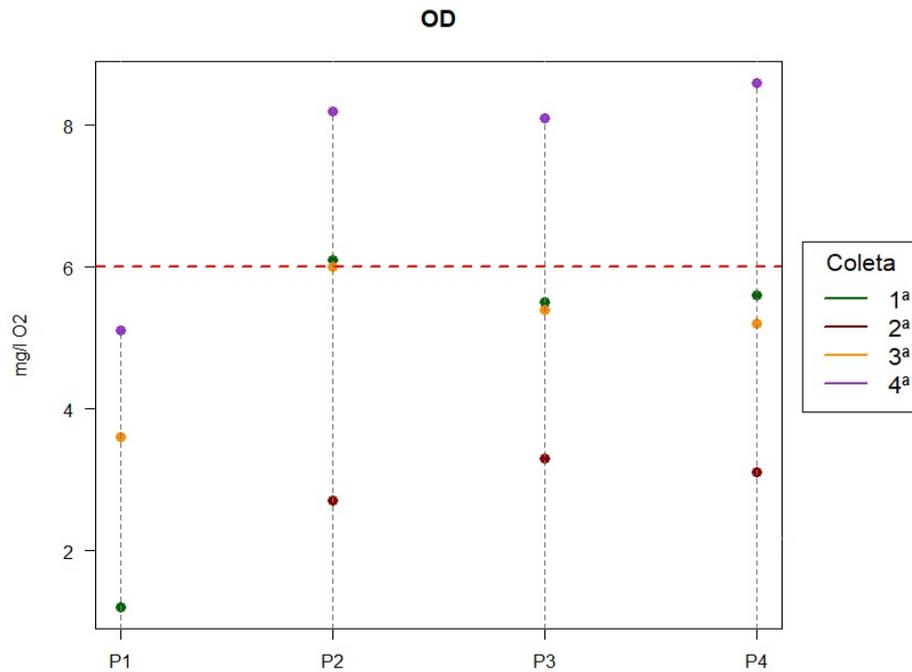


Figura 31: Resultados do parâmetro OD, segundo exames realizados pela CESAMA.

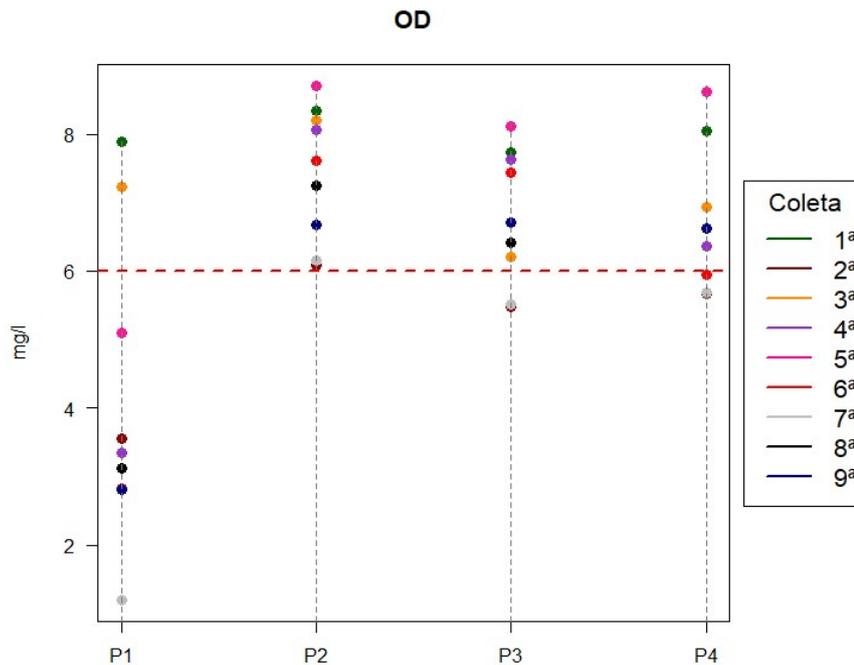


Figura 32: Resultados do parâmetro OD, segundo exames realizados com a Sonda Multiparamétrica

Águas poluídas apresentam baixa concentração de oxigênio dissolvido (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos), ou seja, apresentam valores de OD inversamente proporcionais aos valores de DBO (Figura 39).

Os gráficos das figuras 31 e 32 mostram o comportamento do OD através dos pontos e também pelos meses de coletas realizadas. Conseguimos verificar o péssimo estado do Ribeirão das Rosas no ponto 1, onde em nenhuma das coletas realizadas foi detectado o valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. Isso pode ser explicado pela intervenção do homem a montante do ponto 1, que envolve a mudança na geometria deste corpo d'água, mudanças no aporte de sedimentos provocado pela mudança no uso do solo e cobertura e, sobretudo, pelo lançamento de efluentes sem tratamento.

No ponto 2, verifica-se uma ligeira melhora na quantidade de OD, pois apenas em uma coleta o resultado ficou abaixo do limite estabelecido. Isso pode ser explicado principalmente pelos trechos encachoeirados, que aumentam a velocidade das águas e conseqüentemente a taxa de reaeração superficial. Girardi et al. (2016) relatam que o aumento na concentração de oxigênio dissolvido pode ser atribuído ao aumento da turbulência no fluxo do rio. Contribui também para essa melhora, a presença de uma grande cobertura vegetal na área da Remonta e a diminuição do potencial poluidor da bacia, já que não ocorre significativa introdução de matéria orgânica.

Os pontos 3 e 4 voltam a apresentar uma diminuição nos valores de OD (que se mantém, entretanto, superiores aos valores do ponto 1), confirmando que os efluentes transportados pelo tributário que vem do bairro Granjas Bethânia, na altura do ponto 3, sem tratamento, contribuem negativamente para a qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, pois é a partir da confluência desse córrego com o ribeirão que se observa uma diminuição dos valores de OD.

A Figura 33 apresenta o comportamento dos parâmetros OD e DBO, de acordo com os resultados das análises realizadas pela CESAMA.

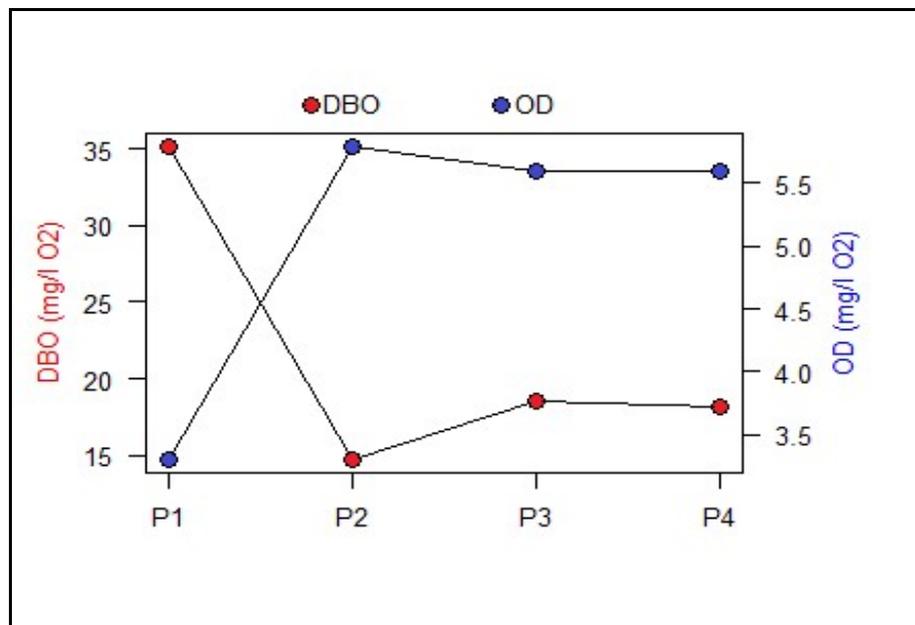


Figura 33: Comportamento dos parâmetros OD e DBO, de acordo com as análises realizadas pela CESAMA.

Como mencionado anteriormente, um dos principais aspectos da qualidade dos recursos hídricos disponíveis pode ser avaliado através de indicadores da presença de matéria orgânica, sobretudo com o estudo do OD e DBO.

Infelizmente, a análise da DBO foi comprometida nessa pesquisa, prejudicando a realização de avaliações temporais e espaciais mais detalhadas entre os pontos amostrados. Para diminuir o problema, resolvemos recorrer ao gráfico com valores médios de OD e DBO, dispostos paralelamente (Figura 33) para facilitar a visualização.

A DBO não é propriamente um poluente, mas sim o indicativo da quantidade de oxigênio molecular requerida pelas bactérias para a decomposição da matéria orgânica presente na água. Do mesmo modo, segundo Braga (2002), a matéria orgânica em si não é um poluente, porém, seu despejo no meio aquático pode ocasionar um desequilíbrio entre a

produção e o consumo de oxigênio. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2009). É assim um parâmetro muito mais ecológico do que qualitativo.

Ao visualizarmos os parâmetros OD e DBO (Figura 33) é possível perceber tendências inversamente proporcionais dessas variáveis, ou seja, maiores concentrações de DBO coincidentes com menores concentrações de oxigênio dissolvido. A DBO elevada significa que serão necessárias elevadas taxas de OD para oxidar a matéria orgânica. O resultado é a diminuição ou a inexistência de espécies aeróbias e o aumento de espécies anaeróbias. Além disso, é importante destacar o odor desagradável gerado pela decomposição da matéria orgânica.

O ponto 1 chama bastante atenção pois apenas em duas coletas realizadas os valores encontrados de OD foram superiores aos limites mínimos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005. O ponto 2, com todas as suas características naturais já apresentadas e discutidas, chama atenção pela sua melhoria em relação ao ponto 1, sendo o ponto onde encontramos os melhores resultados.

De acordo com Braga (2002), podemos então caracterizar o ponto 1 como sendo uma Zona de decomposição ativa, região onde a concentração de oxigênio dissolvido atinge o valor mínimo e a vida aquática é predominada por bactérias e fungos (anaeróbicos) e o ponto 2 como Zona de recuperação, região onde se inicia a etapa de restabelecimento do equilíbrio, com presença de vida aquática superior, graças à reoxigenação do corpo hídrico.

Cabe lembrar que o Ribeirão das Rosas apresenta um comportamento diferenciado se comparado aos demais córregos urbanos de Juiz de Fora, já que praticamente não existe a chamada Zona de águas limpas (localizada em região a montante do lançamento do efluente, com elevada taxa de OD e baixa taxa de DBO), pois apresenta uma densidade demográfica bem significativa desde seu alto curso (Figura 8), o que compromete a qualidade de suas águas.

O outro diferencial é justamente a área de estudo dessa pesquisa (Remonta), localizada no baixo curso, caracterizada pela redução da introdução de cargas orgânicas provenientes de efluentes domésticos, sendo por isso considerada uma área estratégica, pois em meio ao crescimento urbano se mantém praticamente intocada, diferenciando-se das demais bacias urbanas, onde a ocupação no baixo e médio curso são muito elevadas.

A pressão antrópica e a elevada taxa de ocupação no baixo curso dos córregos deveriam ser minimizadas, sendo mantidas em todas as bacias urbanas uma área mais

preservada, com baixa ocupação humana visando a melhoria natural da qualidade das águas dos córregos urbanos antes de atingirem o curso d'água principal.

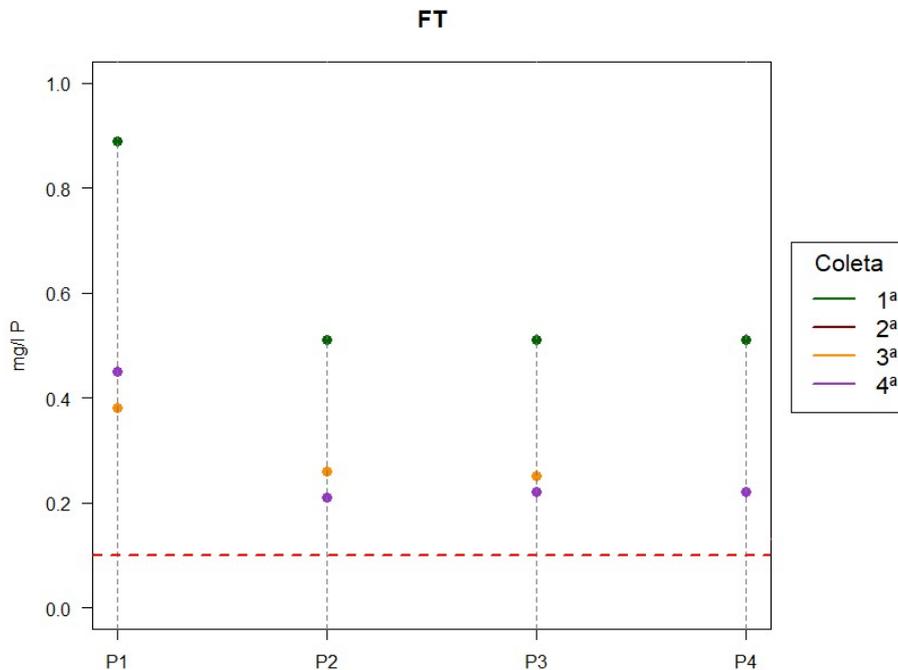


Figura 34: Resultados do parâmetro Fósforo Total (FT), segundo exames realizados pela CESAMA.

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários onde os detergentes empregados em uso doméstico constituem sua principal fonte (Figura 14), além é claro, da própria matéria orgânica, que é rica em proteínas. O uso de fertilizantes no solo também pode intensificar a presença de fósforo no curso d'água. No caso do Ribeirão das Rosas é importante lembrar que além de ser um curso d'água urbano, em seu alto curso se destacam atividades de agricultura que fazem uso de fertilizantes que contaminam as águas. Ainda podemos destacar que, por ser um nutriente para processos biológicos, o excesso de fósforo em esgotos sanitários, conduz a processos de eutrofização das águas.

Ao analisarmos a Figura 34, percebemos que em todas as coletas os resultados foram superiores aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (máximo de 0,1 mg/l), demonstrando como o curso d'água está poluído e rico em nutrientes. Mais uma vez o ponto 1 aparece com os piores resultados. A partir do ponto 2 houve uma ligeira queda no valor registrado, que se manteve constante até o ponto 4.

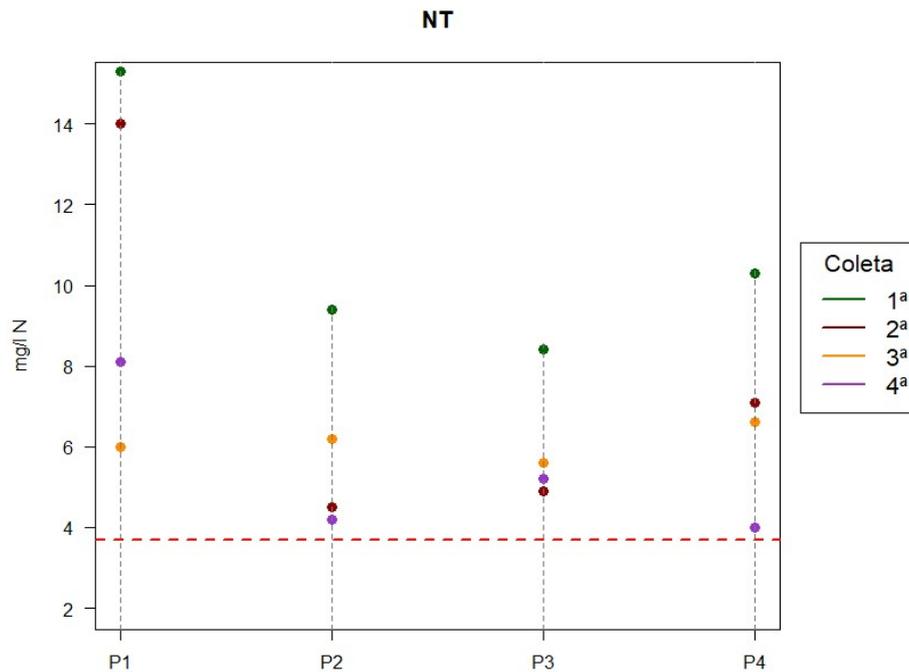


Figura 35: Resultados do parâmetro Nitrogênio Total (NT), segundo exames realizados pela CESAMA.

O nitrogênio é um importante nutriente para o crescimento de algas e plantas aquáticas, podendo também contribuir para o fenômeno de eutrofização. Os resultados registrados confirmam o fato de que os esgotos domésticos lançados nos corpos d'água contribuem para a presença de nitrogênio amoniacal.

As leituras do gráfico de nitrogênio (Figura 35) mostram que em todas as coletas e em todos os pontos os resultados encontrados foram superiores ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005 (máximo de 3,7 mg/l), marcado no gráfico com a linha vermelha pontilhada, confirmando o elevado grau de matéria orgânica presente no Ribeirão das Rosas. Em geral, a presença de nitrogênio denuncia a existência de poluição recente, uma vez que essas substâncias são oxidadas rapidamente na água, graças principalmente à presença de bactérias nitrificantes. Por essa razão, constituem um importante índice da presença de despejos orgânicos recentes (VON SPERLING,2011).

Como a descarga de nutrientes é muito elevada no ponto 1, mais uma vez encontramos os piores resultados (com uma média de 10,85 mg/l). Além disso, é importante destacar a presença de nitrogênio na chamada zona de decomposição ativa, onde ocorre a concentração mínima de oxigênio (ponto 1). O ponto 2 aparece com o melhor resultado (média de 6,1 mg/l), onde destacamos a presença de nitrito por se caracterizar como uma zona de recuperação, mas ainda longe do padrão requerido para uma boa qualidade da água.

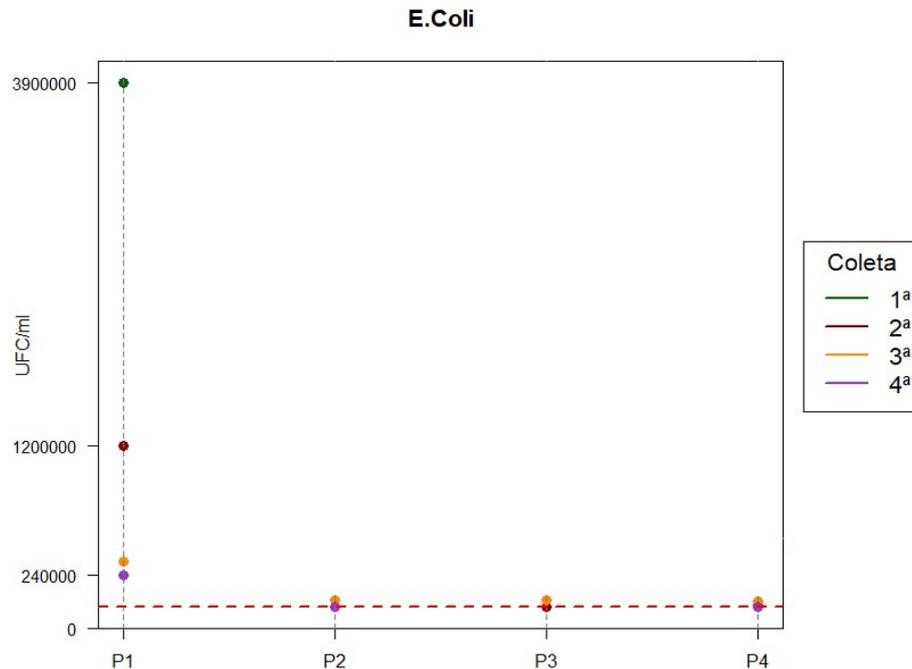


Figura 36: Resultados do parâmetro Escherichia coli, segundo exames realizados pela CESAMA.

A análise temporal da presença de Escherichia coli (Figura 36) nas águas do Ribeirão das Rosas apresentou-se de maneira proporcional ao comportamento dos parâmetros anteriores.

Esse parâmetro merece uma atenção especial pois é um dos mais representativos no contexto de explicação da hipótese dessa pesquisa. Como a bactéria Escherichia coli não se reproduz na água ou no solo, mas exclusivamente no interior do intestino de animais homeotérmicos, só é encontrada na água quando nela foi introduzida matéria fecal, ou seja, a presença de coliformes na água significa que o curso d'água recebeu esgoto.

A linha pontilhada em vermelho marca o limite de ≤ 200 NMP. 100ml^{-1} , para as águas da Classe 1. Ao analisarmos os resultados obtidos percebemos que o ponto 1 registrou elevadíssima concentração de contaminação fecal, o que já era esperado, pela grande intensidade de esgoto doméstico lançado a montante. Ao chegar ao ponto 2, o curso d'água apresentou uma melhoria significativa neste parâmetro, principalmente na primeira coleta (Agosto/2017), mas ainda continua muito poluído. No ponto 3, o valor da E. coli volta a subir, evidenciando uma contribuição de esgoto doméstico vindo do tributário do bairro Granjas Bethânia. Por fim, no ponto 4, o valor ainda se destaca como elevado, mas bem menor do que foi registrado no ponto 1.

A Tabela 16 apresenta os valores médios referentes às coletas realizadas em agosto/2017, novembro/2017, fevereiro/2018 e maio/2018 pela CESAMA e a Figura 37 seus respectivos gráficos.

Tabela 16: Valores médios e desvio padrão dos parâmetros amostrados pela CESAMA.

Valores Médios (4 coletas)										
PONTO	DBO (mg/l O ₂)		OD (mg/l)		Fósforo Total (mg/l P)		Nitrogênio Total (mg/l N)		E.coli (UFC/ml)	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
1	35,21	8,221	3,3	1,967	0,7075	0,351	10,85	4,502	1.420.000	1.708.567
2	13,78	2,060	5,75	2,272	0,2975	0,144	6,075	2,385	16.275	25.828
3	16,36	3,793	5,575	1,965	0,3	0,141	6,025	1,609	18.667	26.276
4	34,62	37,158	5,625	2,266	0,2925	0,145	7	2,586	13.075	18.035

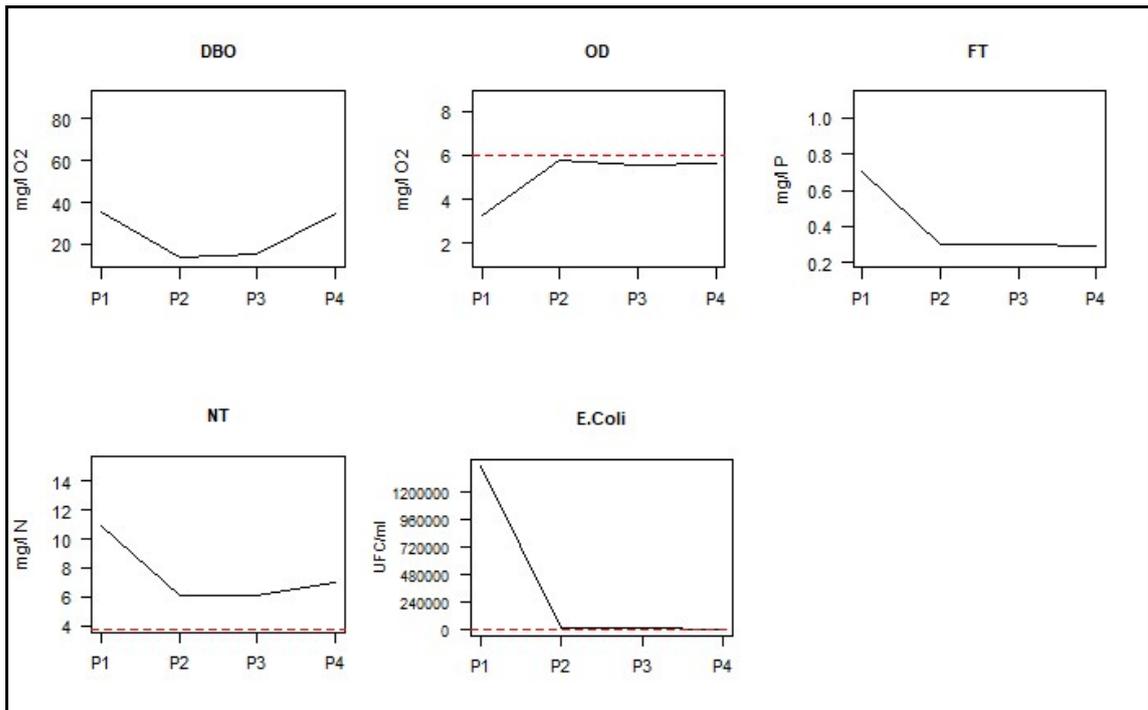


Figura 37: Representação dos valores médios dos parâmetros amostrados pela CESAMA.

A Tabela 16 e a Figura 37 sintetizam os resultados apresentados e discutidos anteriormente, demonstrando que no Ribeirão das Rosas há uma tendência de melhoria da qualidade das águas em direção à sua foz, como resultado da presença da área da Remonta e suas características favoráveis, confirmando a hipótese dessa pesquisa.

Contudo, é oportuno atentar-se para o fato de que, exceção feita ao parâmetro OD, que tem expressivo aumento no segundo ponto de coleta, os demais parâmetros avaliados, embora melhores, continuam não atendendo aos limites estabelecidos para a Classe 1, na qual se enquadra o Ribeirão das Rosas, demonstrando, de um lado, a importância da manutenção de áreas protegidas para a melhoria da qualidade ambiental, mas de outro lado, o grande, negativo e persistente impacto causado pelas atividades humanas em áreas urbanas, geradoras de efluentes diversos e não tratados.

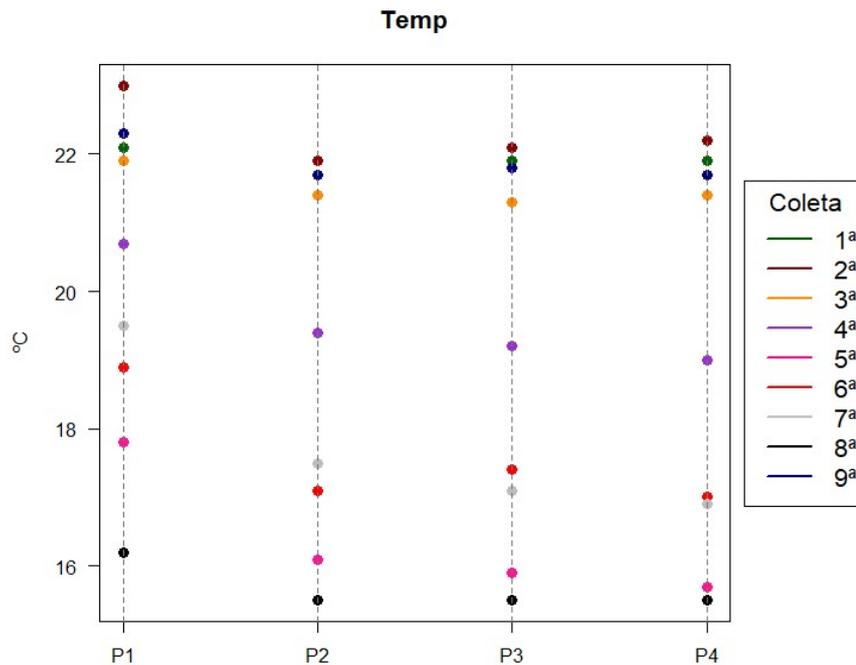


Figura 38: Gráfico dos resultados do parâmetro Temperatura realizados pela Sonda Multiparamétrica

Ao analisarmos as tabelas (7 a 15), em paralelo à análise da Figura 38, percebemos que o ponto 1 registrou as maiores temperaturas em todas as coletas, demonstrando que o lançamento de efluentes e alterações sobre a cobertura natural afetam a temperatura da água. Cabe lembrar que nesse ponto é praticamente inexistente a presença de cobertura vegetal (Figuras 8 e 9). Deve-se esclarecer também que as coletas não ocorreram de forma simultânea, de maneira que as temperaturas, assim como os demais parâmetros, foram tomadas de jusante para montante, de tal forma que no ponto 1 sempre ocorria a última leitura, o que coincidia também com temperaturas mais elevadas.

Logo após o ponto 1, o Ribeirão das Rosas atravessa uma área com densa cobertura vegetal, reduzindo a incidência de raios solares no corpo hídrico, que ajuda a diminuir a temperatura das águas, confirmando as leituras realizadas entre os pontos 2 e 4, que apresentaram uma diminuição no valor.

É importante destacar também que as diferentes estações obviamente interfeririam nos resultados. Nos meses de primavera/verão as temperaturas foram mais altas e nos meses de outono/inverno as temperaturas foram mais baixas (com exceção do mês de abril). Segundo Palma-Silva (1999), a temperatura da água sofre influência da temperatura do ar, em que as variações desta, implicam nas variações da temperatura da água, fato este constatado no presente estudo.

Assim, o uso e cobertura da terra parece ter afetado o comportamento da temperatura da água do Ribeirão das Rosas uma vez que houve uma tendência de a temperatura apresentar menores valores em áreas com densa cobertura vegetal, o que enfatiza o papel significativo da vegetação ciliar para manter condições de temperatura amenas no corpo d'água.

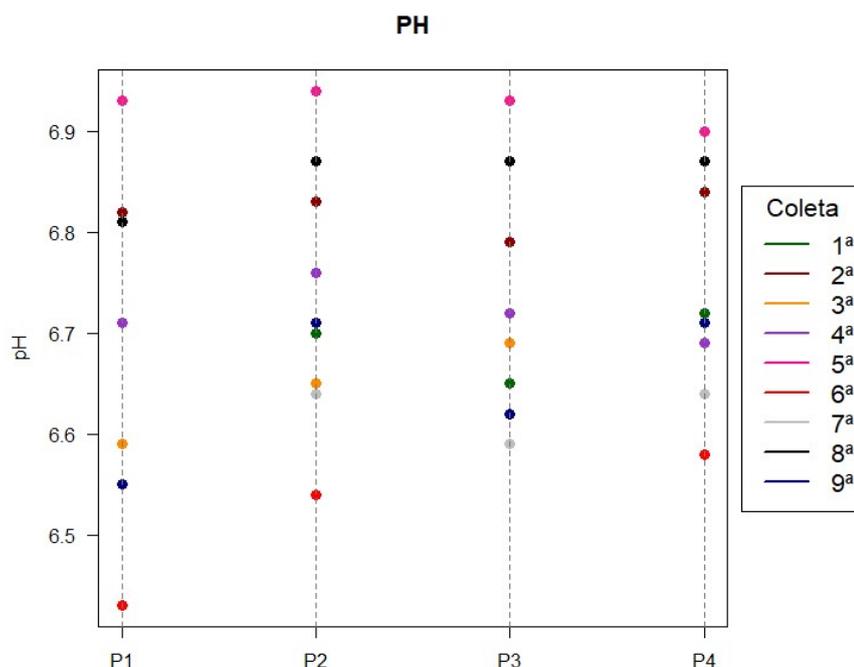


Figura 39: Gráfico dos resultados do pH realizados pela Sonda Multiparamétrica

O Potencial Hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H^+ (em escala logarítmica), dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A escala universal do pH varia de 0 a 14. Assim, soluções com pH abaixo de 7 são ditas ácidas e soluções com pH acima de 7 são ditas básicas. De acordo com Von Sperling (2014), fatores naturais como a dissolução de rochas e a fotossíntese, ou fatores antrópicos como os esgotos domésticos e industriais afetam o pH. Esteves (2011) afirma, que o pH é uma variável abiótica importante nos ecossistemas aquáticos, mas de difícil interpretação pela quantidade de fatores que o podem afetar.

Em todas as coletas, os valores do pH estiveram dentro do limite da Resolução CONAMA 357/2005 (de 6 a 9) para as águas da Classe 1, tendo sido registrado o valor médio de 7,3, ou seja, um ambiente que pode ser considerado neutro. Chama atenção que o limite legal estabelecido para esse parâmetro é muito extenso, entre 6 e 9, principalmente se levarmos em consideração sua escala logarítmica, não sendo nenhuma surpresa que esse

índice apareça dentro do limite legal. Temos que lembrar que uma água com pH 6 contém 10 vezes mais íons H^+ que uma água com pH 7. Portanto, nesse caso, o parâmetro pH, isoladamente, não leva a estabelecer uma relação direta de contaminação do corpo d'água por matéria orgânica.

É importante destacar a dificuldade de análise do parâmetro pH em razão da variação do seu limite. Esteves (2011) destaca que isso ocorre em função do grande número de fatores que podem influenciá-lo. Um bom exemplo são as águas minerais encontradas para comercialização, cujo valor do pH apresenta uma grande variabilidade, desde 5,45 (água ácida) até 9,5 (água alcalina) (Figura 40).



Figura 40: Variação do pH nas águas minerais comercializadas.

Disponível em: <http://vidaalcalina.com.br/blog/qual-o-ph-da-agua-que-voce-bebe/>. Acesso em: 25/03/2019.

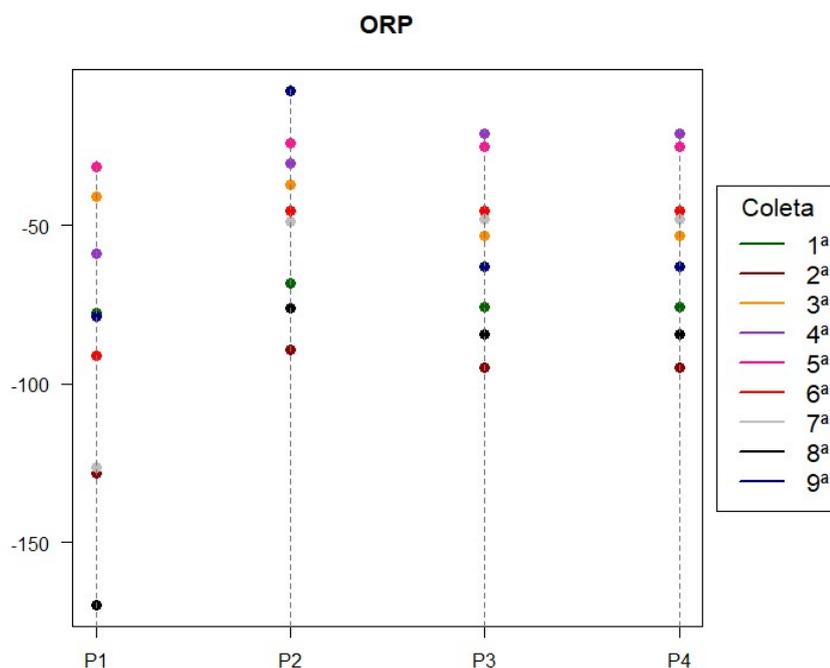


Figura 41: Gráfico dos resultados do ORP realizados pela Sonda Multiparamétrica

O potencial de Oxirredução (ORP) também é conhecido como potencial redox e é um acrônimo para potencial de redução-oxidação, em que a voltagem (medida em mili-Volts, mV) observada é produzida pela transferência de elétrons entre vários átomos e moléculas na água. No entanto, a oxidação está sempre emparelhada com a redução, ou seja, se um elemento é oxidado o outro é automaticamente reduzido (Oliveira, 2018).

Valores negativos indicam que o curso d'água está poluído com matéria orgânica (proteína de alimentos, excrementos) e/ou metais pesados e assim apresentam comportamento redutivo (doam elétrons). Percebemos também que os resultados são coerentes com os valores baixos de OD.

Como já apresentado, o baixo curso do Ribeirão das Rosas é poluído, e dessa forma, os valores de ORP também colaboram com essa tendência, já que todos os valores encontrados são baixos, principalmente no ponto 1.

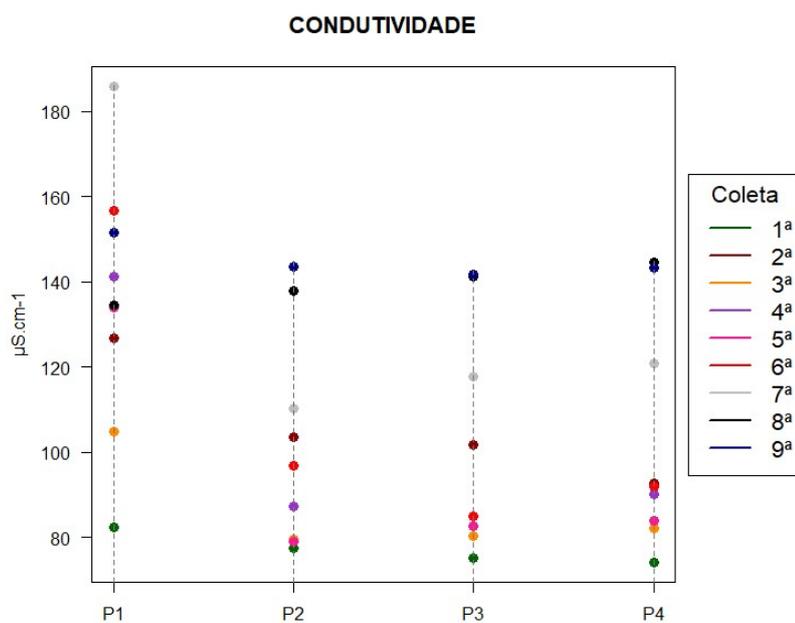


Figura 42: Gráfico dos resultados da Condutividade Elétrica realizados pela Sonda Multiparamétrica

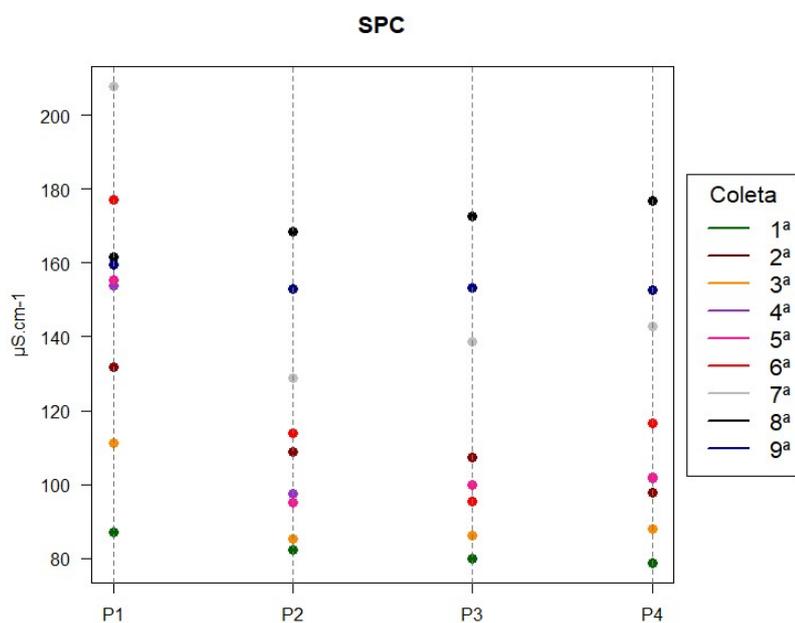


Figura 43: Gráfico dos resultados da Condutividade Específica realizados pela Sonda Multiparamétrica

No caso da Condutividade Elétrica, a legislação brasileira não define limite, porém a CETESB afirma que valores acima de $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ são suspeitos de serem poluídos. A linha vermelha traçada no gráfico se refere, portanto, ao valor sugerido pela CETESB.

A Condutividade Específica, como já mencionado, apresenta uma compensação de temperatura, por isso, seus resultados são um pouco diferentes. Vale ressaltar que não há linha traçada de limite nesse gráfico pois não há limites estabelecidos para esse parâmetro.

Este parâmetro está relacionado a fontes de poluição e alteração do metabolismo aquático. De modo geral, a condutividade não varia muito num mesmo curso d'água, por isso ela é um bom indicador de poluição em pontos específicos ou do mesmo ponto ao longo do tempo. Os elevados valores de condutividade expressam a presença de muitos íons na água, ou seja, um ambiente desequilibrado, com muita matéria orgânica.

Observa-se no gráfico que as leituras são mais altas em P1, indicando o efeito das atividades agrícolas e pecuárias na bacia a montante, além do despejo de esgoto. Isto porque a presença de íons adicionais de cloreto, fosfato e nitrato aumentam a condutividade.

Logo depois há uma queda mais acentuada no trecho P1-P2 e então se mantém praticamente estável, mas seguem ainda bem poluídos.

Conforme mostram os resultados das análises da CESAMA, o FT e o NT também seguem esse comportamento ao longo dos pontos.

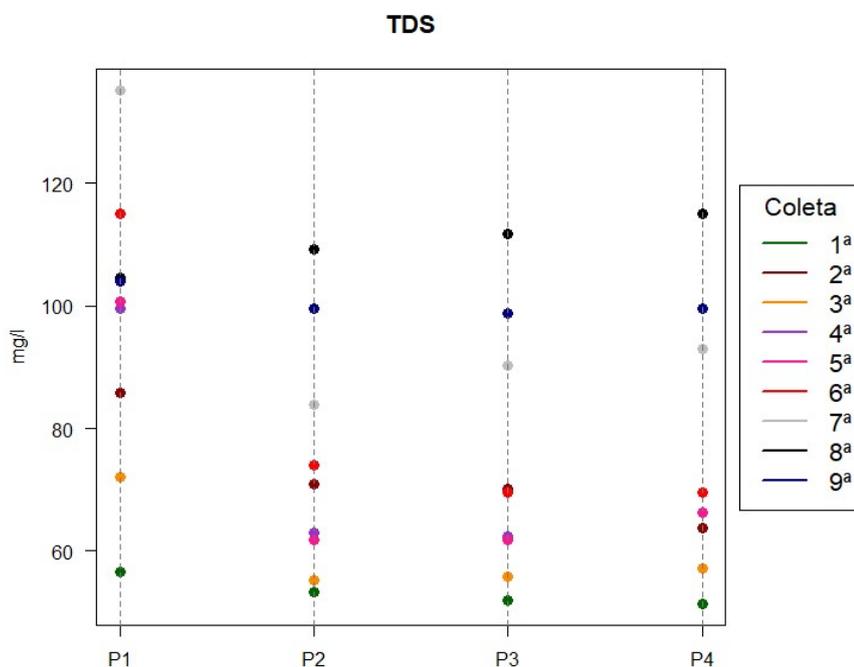


Figura 44: Gráfico dos resultados do TDS realizados pela Sonda Multiparamétrica

Segundo Lima *et al.* (2005) a concentração de sólidos em suspensão e de sólidos dissolvidos transmite uma importante informação sobre o curso d'água.

Os sólidos (SDT, dissolvidos mais coloidais) presentes nos cursos d'água podem ser originados através de processos erosivos do solo e lançamento de efluentes domésticos e/ou industriais. Desta forma, constata-se que as principais fontes de sólidos nas águas estão associadas à intervenção humana no ambiente.

Ao fazermos a análise do gráfico da Figura 44, comparada com o Quadro 3 percebemos que os meses de janeiro (3º coleta) e março (5º coleta) foram os que apresentaram os menores resultados. Isso pode ser justificado pela precipitação ocorrida dias antes da coleta.

Podemos também vincular os resultados apresentados para DBO, OD, FT, NT, E.coli, ORP, pois sugerem que a maior parcela de TDS seja formada por matéria orgânica. É possível perceber que em P1 a leitura é mais alta, depois há uma queda acentuada entre P1-P2 e, em seguida, se mantém estável ou até diminui.

Como se vê na descrição da área de estudo, o trecho de baixo curso tem menor velocidade. Isso facilita a sedimentação da matéria orgânica. Talvez isso também esteja interferindo na percepção de que no trecho de P4 a água apresenta uma tonalidade mais clara se comparada ao ponto 1.

Como a maioria dos sólidos se encontram em estado ionizado, a resposta desse parâmetro se assemelha ao parâmetro Condutividade em águas da Classe 1, principalmente em situações de contaminação ambiental onde se espera a liberação de íons reduzidos na água.

A Tabela 17 apresenta os valores médios referentes às 9 coletas realizadas pela Sonda Multiparamétrica. A Figura 45 apresenta os gráficos desses resultados de modo a facilitar a visualização.

Tabela 17: Resultados médios das amostras realizadas no Ribeirão das Rosas com a Sonda Multiparamétrica

Parâmetros (Média das 9 Coletas)	PONTO 1		PONTO 2		PONTO 3		PONTO 4	
	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão	média	desvio padrão
Temperatura	19,6	4,8	15,5	4,4	18,86	3,6	19,27	2,7
Oxigênio Dissolvido (OD)	4,6	2,8	7,42	0,8	6,95	0,7	7,097	0,8
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,66	0,16	7,42	0,12	6,72	0,12	6,74	0,1
Potencial de Oxirredução (ORP)	-23,06	45,02	-50,25	30,7	-56,82	25,23	-74,03	11,65
Condutividade (CE)	137,66	37,44	119,6	36,66	105,6	32,93	112,975	36,36
Condutividade Específica (SPC)	136,07	42,33	129,42	38,86	126,42	43,56	127,55	45,06
Sólidos Totais Dissolvidos (TDS)	88,4	27,58	74,53	19,5	74,75	20,73	88,61	33,2

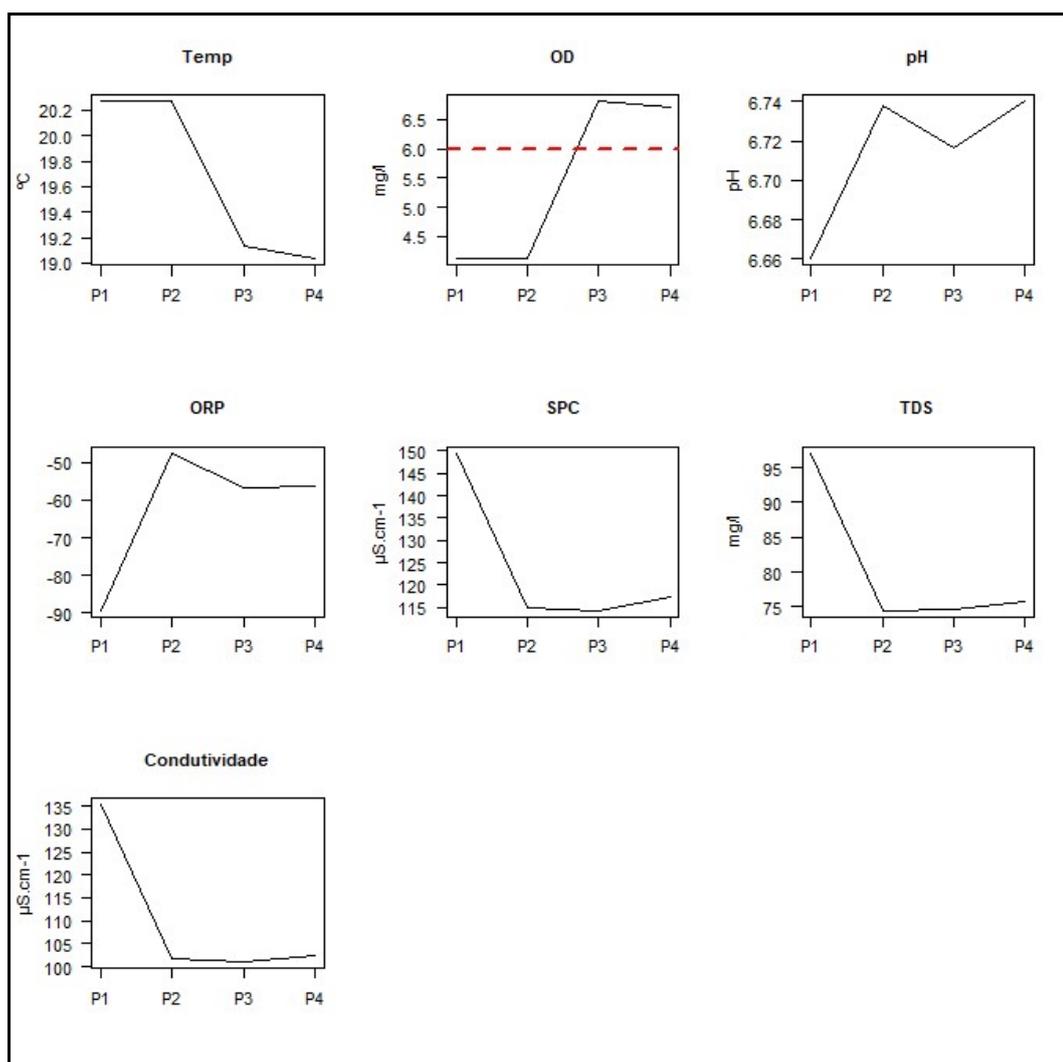


Figura 45: Gráficos com representação dos resultados médios obtidos pela Sonda Multiparamétrica

Os gráficos com os valores médios confirmam as tendências já explicadas anteriormente. Podemos observar com mais facilidade que os parâmetros pH e ORP apresentam um comportamento bem semelhante e da mesma maneira a condutividade e os sólidos totais. Esses parâmetros são calculados pela Sonda Multiparamétrica através do mesmo sensor (pH e ORP) e (C, SPC e TDS).

6.2 RELAÇÃO ENTRE A QUALIDADE DA ÁGUA E O USO, COBERTURA E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DAS ROSAS (BHRR)

Como já discutido, o uso e a cobertura da terra interferem direta e/ou indiretamente na qualidade das águas de uma bacia hidrográfica, especialmente através do escoamento superficial.

Para esclarecer essa interferência na BHRR, são apresentados a seguir os resultados das 4 coletas realizadas pela **CESAMA** (Tabela 18) e as 9 coletas realizadas com a **Sonda Multiparamétrica** (Tabela 19), separados por pontos e correlacionados com os mapas e tabelas de uso, cobertura e ocupação de terra.

Logo após a apresentação das tabelas com os resultados das coletas, são apresentados os mapas de Uso, ocupação e cobertura da Terra. Os mapas abarcam universos distintos, priorizando, individualmente, as áreas de contribuição de cada ponto de coleta, de modo a quantificar e entender a influência de cada conjunto na qualidade das águas do ribeirão naquele ponto específico.

Tabela 18: Resultados das amostras realizadas no Ribeirão das Rosas pela CESAMA, segundo os pontos de coleta.

PONTO	ESTAÇÃO	DATA	Temperatura (°C)	E. coli (NMP/100 ml)	DBO (mg/l O ₂)	Oxigênio Dissolvido (mg/l)	Fósforo total (mg/l P)	Nitrogênio total (mg/l N)
P1	seca	04/08/2017	16,60	3.900.000,00	33,1	1,2	0,89	15,3
P1	chuvosa	27/11/2017	23	1.200.000,00	47,13	-	1,11	14
P1	chuvosa	19/02/2018	23,6	340.000,00	32,3	3,6	0,38	6
P1	seca	21/05/2018	17,8	240.000,00	28,3	5,1	0,45	8,1
P2	seca	04/08/2017	14,9	2.600,00	15,4	6,1	0,51	9,4
P2	chuvosa	27/11/2017	22,2	4.400,00	15,72	2,7	0,21	4,5
P2	chuvosa	19/02/2018	22,7	55.000,00	< 12,0	6,1	0,26	6,2
P2	seca	21/05/2018	16,1	3.100,00	< 12,0	8,2	0,21	4,2
P3	seca	04/08/2017	14,7	3.400,00	< 12	5,5	0,51	8,4
P3	chuvosa	27/11/2017	22	2.900,00	18,18	3,3	0,22	4,9
P3	chuvosa	19/02/2018	22,6	49.000,00	18,9	5,5	0,25	5,6
P3	seca	21/05/2018	15,9	-	< 12,0	8,1	0,22	5,2
P4	seca	04/08/2017	14,8	4.100,00	> 90	5,6	0,51	10,3
P4	chuvosa	27/11/2017	22	6.500,00	21,86	3	0,22	7,1
P4	chuvosa	19/02/2018	22,5	40.000,00	14,6	5,7	0,22	6,6
P4	seca	21/05/2018	15,7	2.400,00	< 12,0	8,6	0,22	4

Tabela 19: Resultados das amostras realizadas no Ribeirão das Rosas com a Sonda Multiparamétrica, segundo os pontos de coleta.

Ponto	ESTAÇÃO	DATA	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (OD) - mg/l	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Potencial de Oxirredução (ORP)	Condutividade Específica (SPC)	Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) – mg/l
P1	chuvosa	04/09/2017	16,2	3,12	6,81	169,8	161,5	104,65
P1	chuvosa	21/12/2017	22,3	2,8	6,55	-78,9	159,5	104
P1	chuvosa	30/01/2018	22,1	7,88	6,55	-77,5	87,2	56,55
P1	chuvosa	19/02/2018	23,0	3,56	6,82	128	131,8	85,8
P1	chuvosa	28/03/2018	21,9	7,22	6,59	-40,8	111,3	72,15
P1	chuvosa	30/04/2018	20,7	3,34	6,71	-58,8	153,8	99,45
P1	seca	23/05/2018	17,8	5,10	6,93	-31,6	155,2	100,75
P1	seca	25/06/2018	18,9	2,83	6,43	-91,3	177,2	115,05
P1	seca	30/07/2018	19,5	1,19	6,55	-126,4	207,9	135,2

Ponto	ESTAÇÃO	DATA	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (OD) - mg/l	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Potencial de Oxirredução (ORP)	Condutividade Específica (SPC)	Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) – mg/l
P2	chuvosa	04/09/2017	15,5	7,25	6,87	-76,2	168,3	109,2
P2	chuvosa	21/12/2017	21,7	6,68	6,71	-7,5	153,1	99,45
P2	chuvosa	30/01/2018	21,9	8,33	6,7	-68,3	82,3	53,3
P2	chuvosa	19/02/2018	22,4	6,09	6,83	-89,4	108,9	70,85
P2	chuvosa	28/03/2018	21,4	8,20	6,65	-37,3	85,4	55,25
P2	chuvosa	30/04/2018	19,4	8,06	6,76	-30,6	97,4	63,06
P2	seca	23/05/2018	16,1	8,71	6,94	-24,1	95,2	61,75
P2	seca	25/06/2018	17,1	7,61	6,54	-45,3	114	74,1
P2	seca	30/07/2018	17,5	6,16	6,64	-49	128,8	83,85

Ponto	ESTAÇÃO	DATA	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (OD) - mg/l	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Potencial de Oxirredução (ORP)	Condutividade Específica (SPC)	Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) – mg/l
P3	chuvosa	04/09/2017	15,5	6,42	6,87	-84,3	172,5	111,8
P3	chuvosa	21/12/2017	21,8	6,7	6,62	-62,9	153,2	98,8
P3	chuvosa	30/01/2018	21,9	7,73	6,65	-75,9	80	52
P3	chuvosa	19/02/2018	22,1	5,47	6,79	-94,9	107,5	70,2
P3	chuvosa	28/03/2018	21,3	6,21	6,69	-53,5	86,3	55,9
P3	chuvosa	30/04/2018	19,2	7,62	6,72	-21,1	95,6	62,4
P3	seca	23/05/2018	15,9	8,12	6,93	-25,3	100	61,75
P3	seca	25/06/2018	17,4	7,44	6,59	-45,4	95,6	69,55
P3	seca	30/07/2018	17,1	5,52	6,59	-48,1	138,7	90,35

Ponto	ESTAÇÃO	DATA	Temperatura (°C)	Oxigênio Dissolvido (OD) - mg/l	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Potencial de Oxirredução (ORP)	Condutividade Específica (SPC)	Sólidos Totais Dissolvidos (TDS) – mg/l
P4	chuvosa	04/09/2017	15,5	6,63	6,87	-85,9	176,7	115,05
P4	chuvosa	21/12/2017	21,7	6,62	6,71	-73,6	152,8	99,45
P4	chuvosa	30/01/2018	21,9	8,04	6,72	-62,6	78,7	51,35
P4	chuvosa	19/02/2018	22,2	5,66	6,84	-93,3	97,9	63,7
P4	chuvosa	28/03/2018	21,4	6,94	6,71	-50,1	88,1	57,2
P4	chuvosa	30/04/2018	19,0	6,37	6,69	-17,8	101,7	66,3
P4	seca	23/05/2018	15,7	8,61	6,9	-27,7	102	66,3
P4	seca	25/06/2018	17,0	5,95	6,58	-44,9	116,5	69,55
P4	seca	30/07/2018	16,9	5,68	6,64	-51,7	142,9	92,95

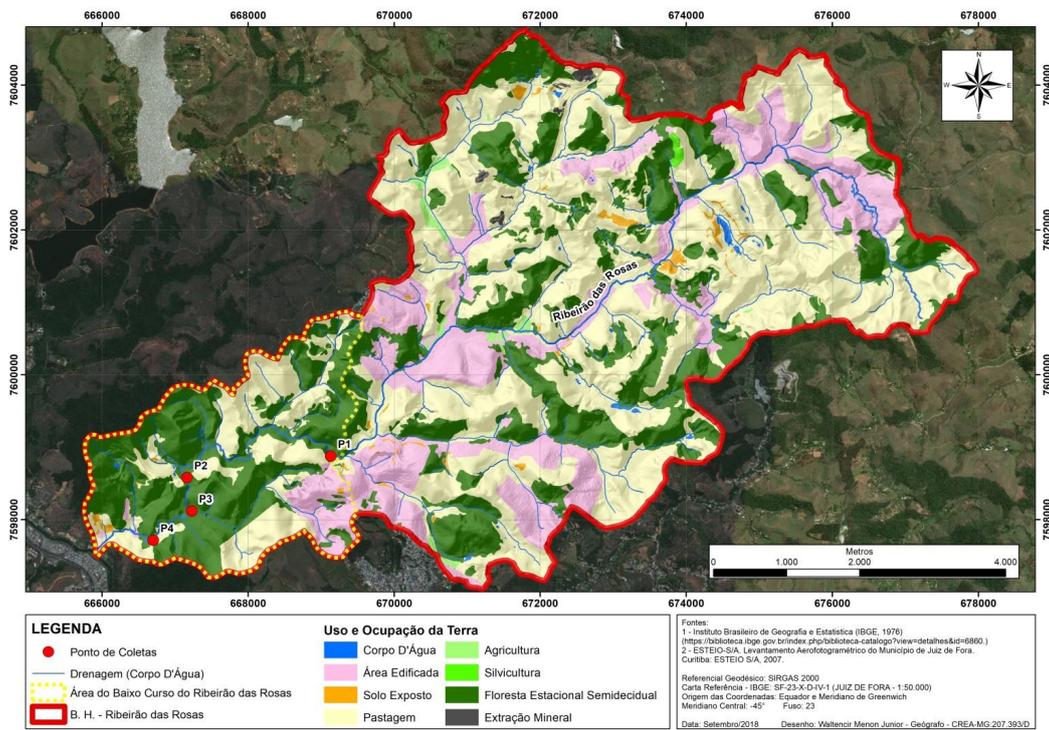


Figura 46: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a área total de pesquisa (BHRR).

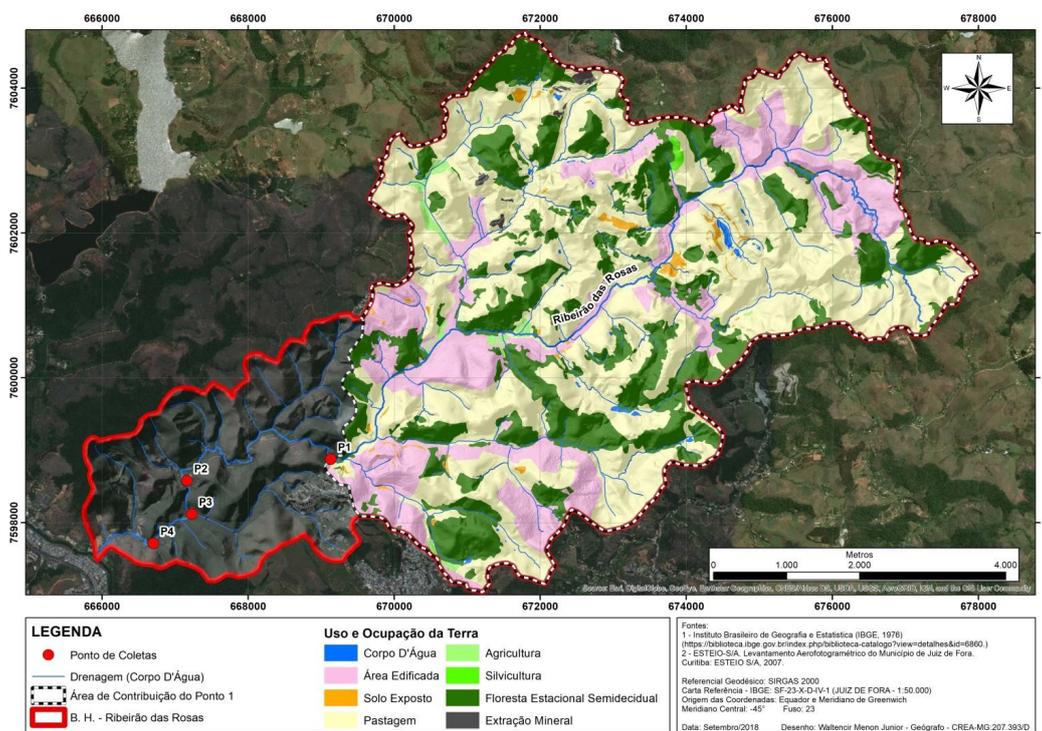


Figura 47: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 1.

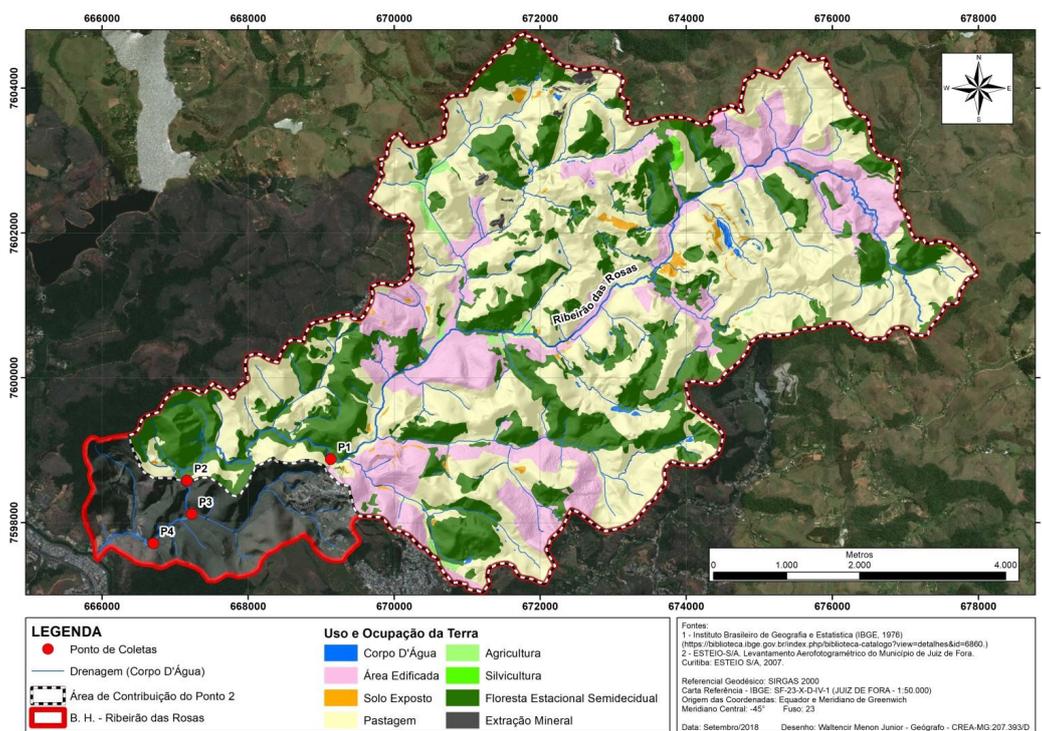


Figura 48: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 2.

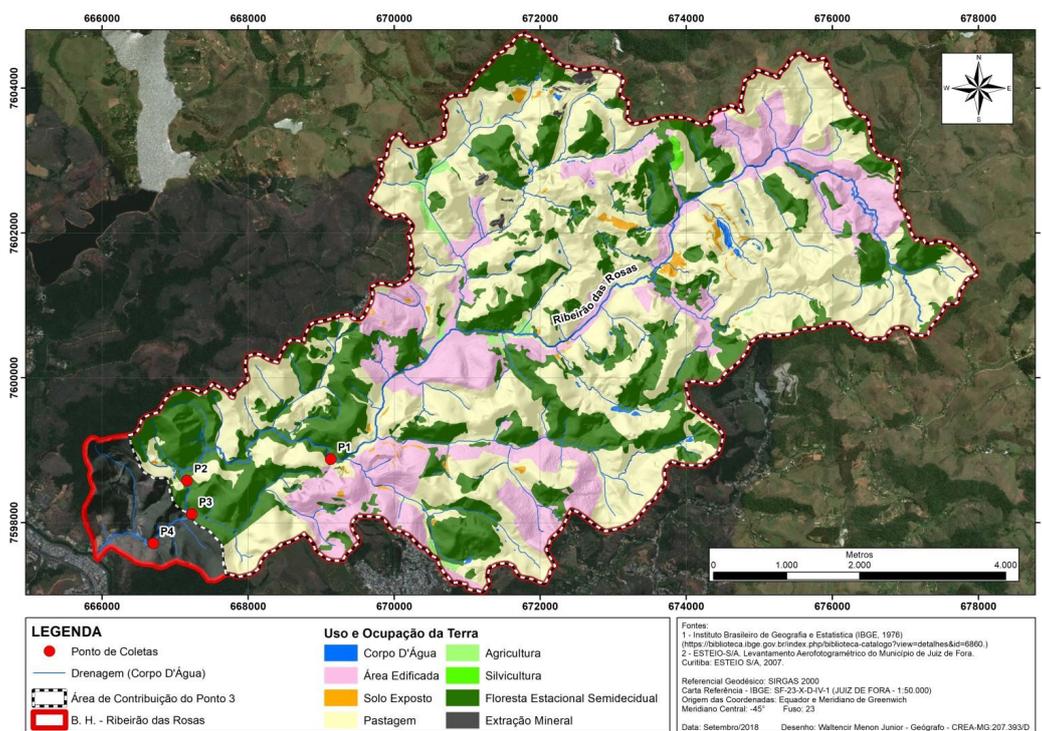


Figura 49: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 3.

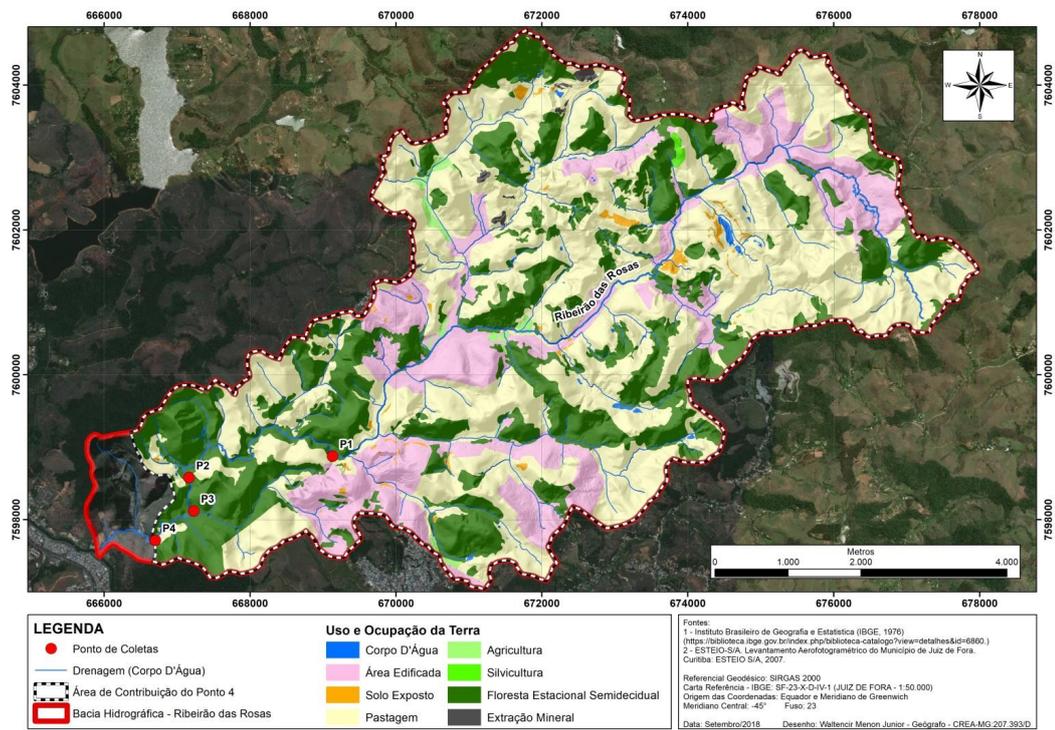


Figura 50: Uso, Ocupação e Cobertura da terra referente a sub-bacia do ponto 4.

A Tabela 20 apresenta os valores ocupados por cada classe, em km² e em %, em relação à área total do estudo (Figura 46).

Tabela 20: Área ocupada por cada classe de uso, ocupação e cobertura da terra na área de estudo, em km² e em %

Classes	Área (km ²)	% da área total da pesquisa
Silvicultura	0,06	0,13%
Extração Mineral	0,13	0,28%
Solo Exposto	0,33	0,73%
Agricultura	0,34	0,76%
Área Edificada	7,99	17,62%
Florestal Estacional Semidecidual	13,86	30,55%
Pastagem	22,65	49,93%
Total (*)	45,36	100,00%

(*) A área abrangida pela pesquisa (45,36km²) é ligeiramente menor que a área total da BHRR (46,77km²), pelo fato do Ponto 4 estar localizado um pouco antes da foz do Ribeirão das Rosas no Rio Paraibuna;

Destacam-se como as principais classes de uso e cobertura da terra na BHRR a **Pastagem**, que aparece em 1º lugar, ocupando 49,93% da área total da pesquisa; a **Floresta Estacional Semidecidual**, que aparece em 2º lugar, ocupando 31,55% e as **Áreas Edificadas** que abrangem 17,62% da área da bacia.

Na classe ‘pastagem’ estão incluídas as formas de vegetação características dos pastos utilizados na atividade agropecuária extensiva, que demandam grandes áreas para alimentação do gado. Geralmente representada por gramíneas de espécies exóticas, mais resistentes. O impacto desse tipo de cobertura da terra na qualidade da água está relacionado com o carreamento de nutrientes, principalmente fósforo e nitrogênio, provenientes dos fertilizantes utilizados para enriquecimento do pasto. Soma-se a isso o fato de fornecerem menor cobertura dos solos e menor proteção à ação erosiva das gotas de chuva, o que tende a gerar mais material a ser erodido e transportado para o leito dos cursos d’água (com consequente assoreamento e aumento de turbidez, dentre outros), sendo, portanto, uma cobertura protetora menos eficiente do que as matas.

A classe ‘Floresta Estacional Semidecidual’ equivale a cobertura vegetal original, característica do bioma Mata Atlântica que com a ocupação antrópica foi sendo substituída para implantação de atividades econômicas diversas, o que na nossa região abrangeu o café, as pastagens e áreas edificadas.

Na classe ‘Área edificada’ estão incluídas as aglomerações de edificações (independente dos usos aos quais se destinam) e infraestrutura encontradas na BHRR.

A tabela 21 apresenta a área ocupada por Sub-bacia (unidade), em km², e o somatório das áreas a montante. Posteriormente é apresentada a tabela referente às classes de uso, ocupação e cobertura da terra, por unidades de contribuição de cada ponto de coleta, em km² e % (Tabela 22).

Tabela 21: Áreas das unidades de contribuição de cada ponto de coleta, em km²

Unidades	Área (km ²)	Somatório das áreas a montante do ponto de coleta
Unidade 1	37,95	37,95
Unidade 2	4,25	42,2
Unidade 3	2,49	44,69
Unidade 4	0,66	45,35
Total (*)	45,35	-

Tabela 22: Classes de uso, ocupação e cobertura da terra, por unidades de contribuição de cada ponto de coleta, em km² e %

Classes	Sub-bacia 1	Sub-bacia 2	Sub-bacia 3	Sub-bacia 4	TOTAL
Silvicultura	0,06 (100%)	---	---	---	0,06 100%
Extração Mineral	0,13 (100%)	---	---	---	0,13 100%
Solo Exposto	0,33 (100%)	---	---	---	0,33 100%
Agricultura	0,34 (100%)	---	---	---	0,34 100%
Área Edificada	7,35 (91,99%)	0,001 (0,11%)	0,63 (7,9%)	---	7,99 100%
Florestal Estacional Semidecidual	9,72 (70,13%)	2,46 (17,75%)	1,08 (7,8%)	0,6 (4,32%)	13,86 100%
Pastagem	20,04 (88,48%)	1,77 (7,81%)	0,77 (3,4%)	0,07 (0,3%)	22,65 100%
Total	37,95	4,25	2,48	0,66	45,36

Tabela 233: Porcentagem de cada classe de uso, ocupação e cobertura da terra em relação ao total de cada sub-bacia.

Classes	Sub-bacia 1	Sub-bacia 2	Sub-bacia 3	Sub-bacia 4
Silvicultura	0,06 (0,15%)	---	---	---
Extração Mineral	0,13 (0,34%)	---	---	---
Solo Exposto	0,33 (0,87%)	---	---	---
Agricultura	0,34 (0,89%)	---	---	---
Área Edificada	7,35 (19,35%)	0,001 (0,03%)	0,63 (25,40%)	---
Florestal Estacional Semidecidual	9,72 (25,60%)	2,46 (58,27%)	1,08 (43,55%)	0,6 (90,9%)

Pastagem	20,04 (52,80%)	1,77 (41,7%)	0,77 (31,04%)	0,07 (9,1%)
Total	37,95 (100%)	4,25 (100%)	2,48 (100%)	0,66 (100%)

Ao analisarmos as tabelas anteriores (21 e 22), percebemos que à medida que avançamos para jusante (1-4) os usos da terra vão se tornando mais positivos do ponto de vista da qualidade ambiental, mais precisamente para melhoria da qualidade da água, pois, por um lado, diminuem ou inexistem áreas de influência antrópica direta e, por outro lado, aumenta a proporção de áreas ocupadas por Floresta e Pastagem.

Sub-bacia do ponto 1:

O ponto 1 está localizado no baixo curso do Ribeirão das Rosas, na entrada da área do Exército Brasileiro, conhecida popularmente como Remonta.

A área total contribuinte referente a esse ponto é aproximadamente de **37,95 km²**, o que corresponde a um total de **79,25%** da área total da pesquisa (até o ponto 4), ou seja, ocupa a maior parte da bacia. A área ocupada por cada classe e o respectivo percentual são apresentados na Tabela 22.

Ao analisarmos as tabelas anteriores verificamos que as classes Silvicultura, Extração Mineral, Solo Exposto e Agricultura estão 100% concentradas a montante do ponto 1. A classe Área Edificada merece um destaque especial pois representa a área de ocupação antrópica, ou seja, 91,99% se concentra na sub-bacia 1. Assim, ao analisarmos os resultados das coletas, apresentados por ponto, nas Tabelas 18 e 19 e correlacionarmos com os dados das Tabelas 21, 22 e 23, verificamos que a quase totalidade da área edificada da bacia está localizada a montante do ponto 1, o que comprova a situação peculiar dessa bacia ao apresentar grande densidade de ocupação urbana no alto e médio curso do Ribeirão das Rosas (Figura 46), o que também explica o maior grau de poluição nesse ponto. Essa característica contribui para geração de impactos ambientais, causando alterações na qualidade da água, que ao entrar na área da Remonta apresenta os piores resultados em todos os parâmetros analisados.

Sub-bacia do ponto 2:

O ponto 2 está localizado a jusante do ponto 1 (Figura 47). A área total até esse ponto equivale a **42,2 km²**, o que corresponde a **93,05%** da área total da BHRR, embora somente **9,37%** da área total da pesquisa estejam contidos nessa sub-bacia.

Analisando as tabelas anteriores pode-se verificar que os usos do solo desenvolvidos entre os pontos 1 e 2 são tipicamente rurais, com área edificada praticamente inexistente, demonstrando que nesse trecho praticamente não há ocupação urbana e nem a consequente introdução de matéria orgânica. O desnível altimétrico descrito de 51 metros (Quadro 4) contribui para o aumento da oxigenação das águas. Soma-se a isso, a presença de uma grande cobertura vegetal florestal (58,27% da sub-bacia) e o aumento da vazão do ribeirão, em razão da grande quantidade de afluentes.

Quando comparamos essas características com os resultados encontrados no ponto 2, verificamos que a hipótese desse trabalho se confirma, pois, em todas as coletas os parâmetros analisados referentes a matéria orgânica (principalmente OD, DBO e E.coli) tiveram um comportamento muito melhor se comparado ao ponto 1.

Sub-bacia do ponto 3:

Este ponto localiza-se à jusante do encontro do Ribeirão das Rosas com um tributário que vem do bairro Granjas Bethânia. A área total até esse ponto equivale a **44,69 km²**, o que corresponde a **98,54%** da área de estudo.

O ponto 3 apresenta um percentual de área edificada maior por conta do bairro Granjas Bethânia. Em contrapartida, ocorre uma diminuição na área verde que influencia nos resultados dos parâmetros encontrados referentes a matéria orgânica.

Como a distância entre o ponto 3 e o ponto 4 é muito pequena, os resultados dos parâmetros destes dois pontos são muito semelhantes.

Sub-bacia do ponto 4:

Este ponto localiza-se próximo à foz do Ribeirão das Rosas, na saída da área da Remonta. A área total até esse ponto equivale a **45,35 km²**, o que corresponde a **100%** da área de estudo.

A sub-bacia do ponto 4 apresenta apenas usos de **Pastagem e Floresta**, sendo que este último ocupa **90,9% dessa unidade**, ou seja, o percentual de área verde nesse ponto é bem elevado (Tabela 23).

De maneira geral percebemos para as áreas de floresta um aumento contínuo entre o ponto 1 e o ponto 4 e uma diminuição na classe **Área Edificada**, o que comprova que o processo de urbanização na BHRR não se dá no sentido foz-nascente, sendo, como já explicado, uma bacia com diferencial de ocupação. Podemos dizer que os usos da terra nessa bacia se tornam positivos de montante para jusante, o que se reflete nos índices de qualidade

das águas do Ribeirão das Rosas, que tendem a melhorar no sentido de jusante, embora nenhum dos parâmetros pesquisados tenha melhoria significativa a ponto de atender aos padrões da Classe 1.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados dessa pesquisa apontam para algumas tendências, assim como permitem tecer algumas considerações relativas ao processo de urbanização local. Como vimos, há uma tendência de melhoria da qualidade das águas do Ribeirão das Rosas, em direção à sua foz, como resultado da presença da área da Remonta o que está associado à presença de suas favoráveis características, funcionando como uma zona de descontinuidade do processo urbano de Juiz de Fora.

É oportuno atentar-se que, mesmo observado uma melhora em todos os parâmetros observados, para jusante, os mesmos ainda se mostram fora dos limites estabelecidos para a classe 1, na qual se enquadra o Ribeirão das Rosas, demonstrando, de um lado, a importância da manutenção de áreas protegidas para a melhoria da qualidade ambiental, e de outro lado, o grande e negativo impacto causado pelas atividades humanas em áreas urbanas, geradoras de efluentes diversos e não tratados, que têm como destinação final os cursos d'água.

O processo de urbanização das cidades brasileiras deveria ser conduzido de outra maneira, de forma a tratar as águas como elementos fundamentais para a qualidade de vida da população. A lógica sanitária-higienista baseada na eliminação de efluentes urbanos, de origem pluvial ou cloacal, o mais rápido possível em direção à jusante, não tem se mostrado adequada. A inexistência de processos de tratamento dos efluentes, ou os elevados gastos com redes coletoras para conduzir os esgotos, cada vez mais longe, para serem tratados nas “big” ETEs; as inundações; as inúmeras doenças de veiculação hídrica, causadas pelo contato direto ou indireto, além dos aspectos estéticos, são alguns motivos para se repensar essa ordem. O caso do Ribeirão das Rosas constitui bom exemplo de uma nova possibilidade, visto que a restrição de usos e ocupação – nesse caso, por se tratar de uma área militar – poderia se tornar uma política de valorização dos recursos hídricos com retorno para toda a sociedade.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERGONI, Leite; PELAEZ, Victor. **Da Revolução Verde à agrobiotecnologia: ruptura ou continuidade de paradigmas?** Revista de Economia, vol. 33. 2007. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/economia/article/view/8546/6017>. Acesso em 05 jan. 2018.

AMARAL, Tânia de Oliveira. Lugar e Espaço Vivido dos Moradores de um Bairro Periférico: Estudo de Caso no Cesário Alvim, Juiz de Fora – MG. Juiz de Fora: UFJF, 2014. (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO)

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil: 2012. 264 p.; il. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, 2018.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – Brasília, 2005.

ANDREOLI, Cleverson, V.; HOPPEN, Cinthya; PEGORINI, Eduardo S.; DALARMI, Oswaldo. A crise da água e os mananciais de abastecimento – A disponibilidade de água na RM Curitiba. In: ANDREOLI, Cleverson, V. **Mananciais de Abastecimento: Planejamento e Gestão – Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Finep, 2003.

ARAÚJO, C.M.A. **Áreas verdes públicas em juiz de fora: uma análise do estado da arte nos dias de hoje**. Juiz de Fora: UFJF, 2014. (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO).

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Lei nº 2764 – 30/12/1962**. Disponível em: <http://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa-nova-min.html?tipo=LEI&num=2764&ano=1962>. Acesso em: 20/01/2018.

BARBOSA, YURI AMARAL. **Pequena Geografia Histórica de Juiz de Fora: o processo urbano do Caminho Novo ao início do século XX**. Juiz de Fora: FUNALFA; Curitiba: CRV, 2017.

BASTITELA, A. C.; BONETI, L. W. **A Relação homem/natureza no pensamento moderno: repercussões educacionais**. Vizivali em Revista, v. 7, p. 07-33, 2008. Disponível em: http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/1424_959.pdf. Acesso em: 04 de jun. 2017.

BERNARDES, Júlia Adão; FERREIRA, Francisco Pontes de Miranda. Sociedade e natureza. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, cap. 1.

BOLLMANN, Harry Alberto. Avaliação da qualidade das águas em bacias hidrográficas urbanas. In: ANDREOLI, Cleverson, V. **Mananciais de Abastecimento: Planejamento e Gestão – Estudo de caso do Altíssimo Iguaçu**. Curitiba: Finep, 2003.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; LOTUFO, J.G. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo, Prentice Hall, Conejo, 2002

BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W.; COIMBRA, R. M.; EIGER, S.; LUCA, S. J.; NOGUEIRA, V.P. Q.; PORTO, M. F. A. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1991. V. 3.

BRASIL. **LEI Nº 9.985**, de 18/07/2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Exército Brasileiro. Aprova a Política de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro. **Portaria n. 570**, de 6/11/2001. Brasília. Secretaria Geral do Exército. Boletim do Exército n.46 de 16/Nov/2001.

BRASIL. **Lei nº 10.257**, de 10/07/2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, DF, 2001 Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 369**, de 28/03/2006. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=489>.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 430**, de 13/05/2011. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>.

BRASIL. Exército Brasileiro. Estabelece a Política de Gestão Ambiental do Exército Brasileiro. **Portaria n. 1.138**, de 22/11/2010. Brasília. Secretaria Geral do Exército. Boletim do Exército n. 51 de 24/Dez/2010.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25/05/2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, DF, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm.

BRASIL, 2006. http://www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/boas_praticas_agua.pdf.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Varáveis de Qualidade das Águas**. Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2018.

CHAVES, Telma S.; **JUIZ DE FORA – MG: uma análise da reestruturação urbana – entre o discurso e a realidade**. 2013.154f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.2013.

Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 05 out. 2011.

COELHO, Elaine. **Caracterização ambiental da bacia hidrográfica do Matirumbide - Juiz de Fora - MG como subsídio à gestão e planejamento urbano e ambiental**. Juiz de Fora: UFJF, 2008. (Monografia de bacharelado)

CONNELL, D.W. **Basic concepts of environmental chemistry**. Boca Raton: Lewis, 1997.

COPAM, Conselho Estadual de Política Ambiental. **Deliberação Normativa nº 016, de 24/09/1996**. Dispõe sobre o enquadramento das águas estaduais da bacia do rio Paraibuna. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=113>.

CORADI, P.C.; FIA, R.; PEREIRA RAMIREZ, O. **Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas - RS**, Brasil. Ambiente e Água, Taubaté, v.4, n.2, 2009.

CRUZ, Lucas Abranches. **Áreas verdes e espaço urbano - A Mata do Krambeck e a cidade de Juiz de Fora em Minas Gerais**. JUIZ DE FORA: UFJF, 2014 (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO).

DIAS, G. F. **Elementos de ecologia urbana e sua estrutura ecossistêmica**. Brasília: IBAMA, 1997.

DILLY, Roberto. Origens de Juiz de Fora. *In: JUIZ DE FORA – História, texto e imagem*. Juiz de Fora, Ed. Funalfa, 2004.

DONADIO, N. M. M.; GALBIATTI, J. A.; PAULA R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.115-125, jan./abr. 2005.

ESTEVES, F. D. A. **Fundamentos de Limnologia**. Interciência, Rio de Janeiro, n. 2ª, 1998.

ESTEVES, F. D. A.; MARINHO, C. C. Carbono inorgânico. *In: ESTEVES, F. A. (Ed.). Fundamentos de limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. cap. 12, p. 209–238.

FARIAS, M.S.S. **Monitoramento da Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do rio Cabelo**. Campina Grande: UFCG, 2006.

FINOTTI, A.R.; FINKLER, R.; SILVA, M.D.; CEMIN, G. **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas**. Caxias do Sul: EDUCS, 2009.

GAIO, Geisa Dias; MACHADO, P. J. O.; ROCHA, C. H. B. A influenciada remonta na qualidade das águas do Ribeirão das Rosas. Juiz de Fora/MG. *In: III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, 2018, Juiz de Fora. Anais do III Simpósio de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul*. Juiz de Fora: UFJF/ABRH, 2018. v. 1. p. 1-19.

GAIO, Geisa Dias; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **A Zona de Descontinuidade Urbana da Remonta**. ANAIS DO V SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA. JUIZ DE FORA: UFJF, 2017.

GASTALDINI, M. C.; MENDONÇA, A. S. Conceitos para a avaliação da qualidade da água. *In: PAIVA, João Batista Dias de; PAIVA, Eloiza Maria Cauduro Dias de. (Orgs.) Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas*. Porto Alegre. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, 2001.

GIRARDI, R.; PINHEIRO, A.; GARBOSSA, L. H. P.; TORRES, E. **Water quality change of rivers during rainy events in a watershed with different land uses in Southern Brazil.** Brazilian Journal of Water Resources, v. 21, n. 3, 2016, pp. 514-524. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.011615179>

GIROLETTI, Domingos. **Industrialização de Juiz de Fora: 1850/1930.** Juiz de Fora: Editora da Universidade Federal de Juiz de Fora, 1988.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, no 1, 2003. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/Goulart%20&%20Callisto-Fapam.pdf>. Acesso em: 10 de jan. de 2018.

GUZZO, Perci; CARNEIRO, R.M.A.; OLIVEIRA, H.; Cadastro municipal de espaços livres urbanos de Ribeirão Preto (SP): acesso público, índices e base para novos instrumentos e mecanismos de gestão. **Revista Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Volume 1, Número 1, 2006.

HENKE-OLIVEIRA. **Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnóstico e propostas.** Dissertação de mestrado São Paulo: UFSCar, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010.** Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20/01/2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico.** Rio de Janeiro. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades – Juiz de Fora.** Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/3136702>. Acesso em: 20/01/2018.

IGAM - **Instituto Mineiro de Gestão das Águas.** Disponível em: <http://comites.igam.mg.gov.br/boletim-qualidade-das-aguas/1650-indicadores-de-qualidade>. Acesso em: 25/08/2017

KATO, M.T., “Fósforo”. Curso Qualidade da Água, do Ar e do Solo. Escola de Engenharia Mauá, 1983.

KATO, M.T., “Nitrogênio”. Curso Qualidade da Água, do Ar e do Solo. Escola de Engenharia Mauá, 1983.

LATOUCHE, Serge. **Pequeno tratado do decrescimento sereno.** São Paulo: Editora WMF, 2009.

LATUF, Marcelo de Oliveira. **Diagnóstico das águas superficiais do córrego São Pedro, Juiz de Fora/MG.** Juiz de Fora: UFJF, 2003

LEFEBVRE, Henri. **A cidade do Capital.** Rio de Janeiro, RJ: DPeA, 1999.

LIMA, A. M. L. P et al. Problemas na utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. **Anais do II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**. São Luís/MA, 18 a 24 de setembro de 1994, pp. 539-553.

LIMA, Evelyn Furquim Werneck. **Espaço e cidade: conceitos e leituras**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Letras, 2007.

LIMA, A.M.L.P; CAVALHEIRO, F; NUCCI, J.C; SOUSA, M.A.L.B; FIALHO, N.O; DEL PICCHIA, P.C.D. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. **Anais do II Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**. São Luís/MA, 18 a 24 de setembro de 1994, pp. 539-553.

LIMA, J. E. F.; LOPES, W. T. A.; SILVA, E. M. & VIEIRA, M. R. Diagnóstico do fluxo de sedimentos em suspensão na bacia de Rio Paranapanema. In: XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2005. João Pessoa. Anais... João Pessoa ABES, 2005.

LOBODA, Carlos Roberto; ANGELIS; Bruno Luiz Domingos de. **ÁREAS VERDES PÚBLICAS URBANAS: CONCEITOS, USOS E FUNÇÕES**. Revista *Ambiência*, Guarapuava,PR. Vol. 1, n.1. 2005.

MACHADO, P.J.O (Org.). **Diagnóstico Físico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego São Pedro**. Juiz de Fora, 2010. 1ª edição. Ed. Geographica

MACHADO, P.J.O. **Diagnóstico Ambiental e Ordenamento Territorial: instrumentos para a Gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D'Uvas/MG**. Niterói: UFF, 2012 (TESE DE DOUTORADO).

MACHADO, P.J.O. **Urbanização e Qualidade das Águas do Córrego Independência, Juiz de fora/MG**. Revista *Equador (UFPI)*, Vol. 5, Nº 5, p.20 – 35. 2016.

MANZZINI, Ana Luiza Dolabela de Amorim. **Dicionário educativo de termos ambientais**. 4.ed. Belo Horizonte: A.L.D. Amorim Mazzini, 2008.

MARICATO, E. **Brasil, cidades: alternativas para a crise urbana**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2001. v. 1. 204p

MARICATO, E. As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: planejamento urbano no Brasil. In: ARANTES, O.; VAINER, C.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único: desmanchando consensos**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MARTINE, G. Êxodo Rural, concentração urbana e fronteira agrícola. In: **Os impactos sociais da modernização agrícola**. Garcia, R. São Paulo: Caetés, 1987.

MARTINE, G; MCGRANAHAN,G. A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas. In: **População e Cidades: Subsídios para o planejamento e para as políticas sociais**. Rosana Baeninger (Org.). - Campinas: Núcleo de Estudos de População- Nepo/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2010.

MARTINS, L. A. **A Temperatura do Ar em Juiz de Fora-MG: Influências do Sítio e da Estrutura Urbana**. Dissertação de Mestrado. Rio Claro, Pós-Graduação em Geografia, 1996.
Mendonça, F. 1993, Geografia e Meio Ambiente, Contexto, São Paulo.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206p.

MENDONÇA, F. Clima e Planejamento Urbano em Londrina. In: MONTEIRO, C.A.F. & MENDONÇA, F. (Org.) **Clima Urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2013.

MINAKI, Cíntia. **Qualidade ambiental urbana em Guararapes - SP**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2009, (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO).

MIRANDA, Sonia Regina. **Cidade, capital e poder: Políticas públicas e questão urbana na velha Manchester mineira**. 1990. Dissertação (Mestrado em História) - Centro de Estudos Gerais, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1990.

MONTEIRO, C.A.F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: USP/IG, 1976. Série Teses e Monografias, n.26.

NEVES, JOSÉ; DELGADO, Inácio; OLIVEIRA, Monica. **Juiz de Fora, história, texto e imagem**. Juiz de Fora: FUNALFA, 2004.

NUCCI, J.C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas - conceito e método. **Revista GEOUSP**, v.6, p.29-36, 1999.

NUCCI, J. C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. Curitiba: edição do autor, 2008.

OLIVEIRA, Paulinho de. **História de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Gráfica Comércio e Indústria, 1966.

OLIVEIRA, Monica Ribeiro de. **Juiz de Fora: Vivendo a História**. Juiz de Fora: EDUFJF, 1994.

PAIVA, H. N.; GONÇALVES, W. **Florestas Urbanas: planejamento para a melhoria da qualidade de vida**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. FUNALFA/Patrimônio Cultural. Ofício nº 135/2003 – 02/05/2003

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA (PJF). **Plano Diretor de Desenvolvimento de Juiz de Fora - Diagnóstico**. Juiz de Fora, 2004.

PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO DE JUIZ DE FORA (PDP/JF) – **Mensagem Nº4267** (2016). Disponível em:
http://www.planodiretorparticipativo.pjf.mg.gov.br/mensagem_plano_diretor_participativo.pdf
f. Acesso em: 20/01/2018

- PORTO-GOLÇALVES, C. W. **O desafio ambiental**. Rio de Janeiro: Record, 2013.
- PORTO-GONÇALVES, C. W. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2016.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Escrituras, 1999. 717 p.
- SANCHÉZ, Luis Enrique. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2006.
- SANTOS, E.H. **A Construção do Espaço Urbano**. Curitiba: UFP, 2011. (DISSERTAÇÃO DE MESTRADO)
- SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 2013.
- SCANAVACA JUNIOR, Laerte. Importância dos parques urbanos: o exemplo do Parque Alfredo Volpi. In: Embrapa Meio Ambiente-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Congresso Brasileiro de Arborização Urbana**, 16. 2012, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana-SBAU, 2012.
- SILVA, J. C. A.; PORTO, M. F. A. Recuperação de córregos urbanos através do controle de cargas pontuais e Difusas. Córrego Ibiraporã, SP. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 20, n. 1, 2015, pp. 82-90. <https://doi.org/10.21168/rbrh.v20n1.p82-90>.
- SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e Urbanização**. 15 ed. São Paulo: Contexto, 2005a.
- SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão. O embate entre as questões ambientais e sociais no urbano. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; LEMOS, Amália Inês Geraizes (Org). **Dilemas urbanos: novas abordagens sobre a cidade**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2005b. Capítulo 6, p. 295-298.
- STEHLLING, Luiz José. Juiz de Fora – **A Companhia União e Indústria e os alemães**. Edição da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. FUNALFA, 1979.
- TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e meio ambiente**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.
- TUCCI, Carlos E. M. Água no Meio Urbano. In: Aldo da Cunha Rebouças; Benedito Braga; José Galizia Tundisi. (Org.). **Águas Doces no Brasil**. 1ªed. São Paulo: Escrituras, 1999, v. 1, p. 475-508.
- TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005.
- TUNDISI, J.G. **Limnologia e gerenciamento integrado de recursos hídricos. Avanços conceituais e metodológicos**. *Ciência e Ambiente* 21. 9-20 pp. 2001.
- VALVERDE, Orlando. **Estudo regional da Zona da Mata, de Minas Gerais**. Revista brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v,20, n.1, p. 3-82, jan-mar 1958.

VELOSO, H. P.; GOES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira, classificação fisionômica ecológica da vegetação neotropical**. Projeto RADAMBRASIL, Sér. Vegetação, Salvador: 1982, 80 p. (Boletim Técnico, 1)

VOGT, William. **O caminho da sobrevivência**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1951.

VON SPERLING. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – DESA –Universidade Federal de Minas Gerais, 2014.