

## **Caracterização de poluições orgânicas por pesquisa de coliformes na região da bacia hidrográfica do rio Doce D01: rio Piranga**

Flaviane Cristina Silva, Vera Lúcia de Miranda Guarda, Hubert Mathias Hooser  
flaviane.engambiental@gmail.com

### **Resumo**

O conhecimento da qualidade da água é fundamental para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis, uma missão importante para o desenvolvimento sócio econômico. Nesse sentido, este trabalho teve por objetivo realizar uma avaliação ambiental da área da região hidrográfica do rio Piranga, no que se refere às poluições orgânicas e sua gênese, a fim de contribuir para o diagnóstico ambiental. Dados relativos à área de entorno dos rios Casca, Matipó, Piranga, Oratórios e do Carmo foram adquiridos por campanhas de amostragem ou por revisão da literatura. As campanhas de amostragem de água foram realizadas, ao longo dos rios Casca e Matipó, e seus contribuintes. Análises *in situ* (pH, ORP, TDS, condutividade, resistividade, temperatura, turbidez) e em laboratório (alcalinidade e coliformes termotolerantes) foram realizadas. Os resultados destes parâmetros foram comparados com dados de alguns rios da mesma bacia. Os parâmetros biológicos, em sua maioria, apresentaram-se acima do permitido pela legislação. As regiões estudadas apresentam economia bem diversificada, baseada principalmente na mineração e na agropecuária. As cidades por onde os rios em estudos passam apresentam pouco ou nenhum tipo de tratamento de esgoto, sendo a falta de saneamento básico um problema grave da região.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos; Bacia do rio Doce; Diagnóstico ambiental; CONAMA 357/05, CONAMA 430/11.

### **Characterization of organic pollutants by coliform research in the region of the Doce river basin D01: Piranga river**

#### **Abstract**

The knowledge of water quality is fundamental for the planning and management of available water resources, which is an important mission for socioeconomic development. In this sense, the objective of the work was to carry out an environmental assessment of the area of the Piranga river basin, with respect to organic pollution and its genesis, in order to contribute to the environmental diagnosis. Data on the area surrounding the Casca, Matipó, Piranga, Oratorios and Carmo rivers acquired by sampling campaigns or by literature review. The water sampling campaigns were carried out along the Casca and Matipó rivers and their contributors. In situ (pH, ORP, TDS, conductivity, resistivity, temperature, turbidity) and laboratory analyzes (alkalinity and thermotolerant coliforms) were performed. The results of these parameters compared with data from some rivers of the same basin. The biological parameters, for the most part, were higher than allowed by the legislation. The studied regions present much diversified economy, based mainly on mining and agriculture. The cities where the rivers in studies go through show little or no sewage treatment, with basic sanitation being a serious problem in the region.

**Keywords:** Water resources; Doce river basin; Environmental diagnosis; CONAMA 357/05, CONAMA 430/11.

## **Caracterización de contaminaciones orgánicas por investigación de coliformes en la región de la cuenca hidrográfica del río Doce D01: río Piranga**

### **Resumen**

El conocimiento de la calidad del agua es fundamental para la planificación y gestión de los recursos hídricos disponibles, una misión importante para el desarrollo socioeconómico. En este sentido, este trabajo tuvo como objetivo realizar una evaluación ambiental del área de la demarcación hidrográfica del río Piranga, en lo que se refiere a las contaminaciones orgánicas y su génesis, a fin de contribuir al diagnóstico ambiental. Los datos relativos al área de entorno de los ríos Casca, Matipó, Piranga, Oratorios y Carmo fueron adquiridos por campañas de muestreo o por revisión de la literatura. Las campañas de muestreo de agua se realizaron, a lo largo de los ríos Casca y Matipó, y sus contribuyentes. Se realizaron análisis in situ (pH, ORP, TDS, conductividad, resistividad, temperatura, turbidez) y en laboratorio (alcalinidad y coliformes termotolerantes). Los resultados de estos parámetros se compararon con datos de algunos ríos de la misma cuenca. Los parámetros biológicos, en su mayoría, se presentaron por encima de lo permitido por la legislación. Las regiones estudiadas presentan una economía bien diversificada, basada principalmente en la minería y la agropecuaria. Las ciudades por donde los ríos en estudios pasan presentan poco o ningún tipo de tratamiento de aguas residuales, siendo la falta de saneamiento básico un problema grave de la región.

**Palabras clave:** Recursos hídricos; Cuenca del río Dulce; Diagnóstico ambiental; CONAMA 357/05, CONAMA 430/11.

### **INTRODUÇÃO**

Dentre os vários componentes ambientais afetados direta ou indiretamente pela ação antrópica, a água se destaca, pois continua sofrendo uma queda significativa de qualidade por seus diversos usos e, por ser de suma importância para a sobrevivência na Terra, sua potabilidade deve ser fonte de estudos (FELDMANN, 1992).

Na bacia do rio Doce, assim como em todo o país, ainda existe carência de pesquisas acerca dos problemas ambientais, especialmente os hídricos. Sendo assim, torna-se necessário um estudo de caracterização e diagnóstico, com o objetivo de conhecer a realidade desse recurso quanto a sua disponibilidade e potabilidade. Neste contexto, insere-se a importância do estudo nos rios Casca, Matipó, Piranga, Oratórios e do Carmo, importantes afluentes do rio Doce.

O presente estudo teve como objetivo analisar dados geológicos, hidrológicos, demográficos, econômicos, políticos, sociais e ambientais relativos à área de entorno dos rios Casca e Matipó, visando à realização de uma ampla avaliação ambiental da área, no que se refere às poluições orgánicas e sua gênese, a fim de contribuir para o

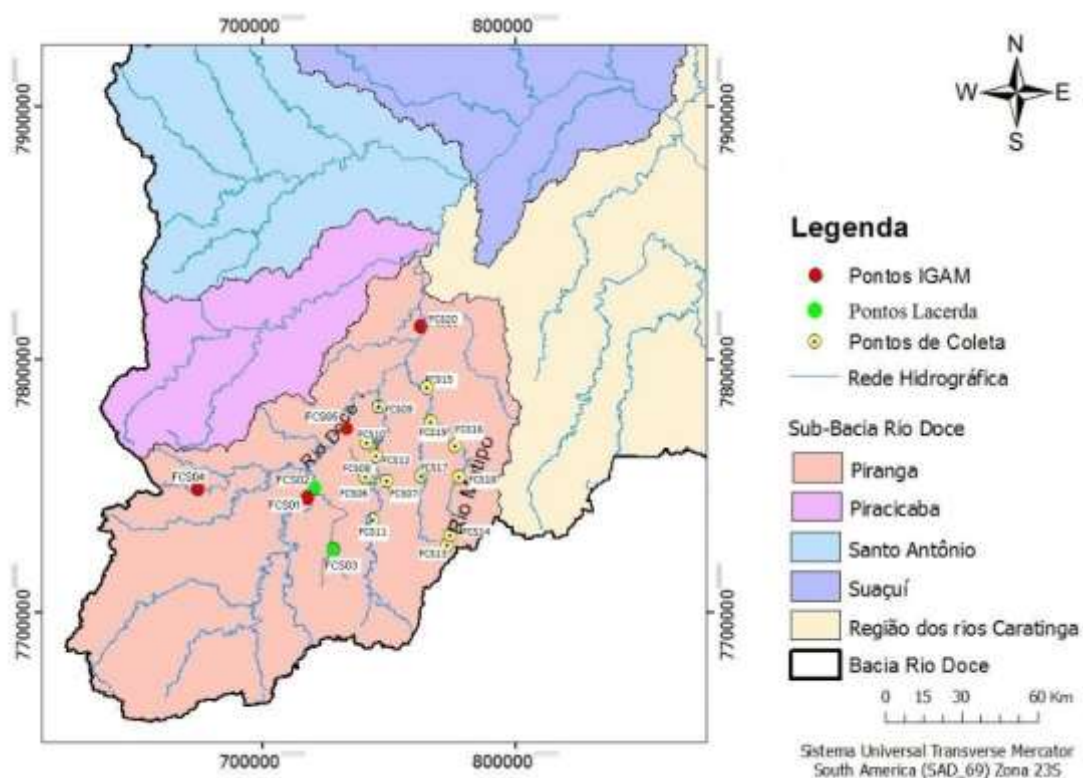
diagnóstico ambiental da Região Hidrográfica D01. Para isso realizou-se uma caracterização das águas utilizando-se de parâmetros físico-químicos e biológicos.

## PARTE EXPERIMENTAL

### Área de estudo

No trabalho de campo, foram buscadas informações sobre a qualidade das águas, e outras informações foram obtidas através do olhar crítico durante a visita aos pontos de coleta. Quanto ao rio Oratórios, as informações técnicas foram retiradas de Lacerda (2013), e para os pontos dos rios Piranga, do Carmo e Doce, utilizaram-se dados das estações de monitoramento do IGAM. Demais rios e tributários foram os amostrados, conforme ilustra Figura 1.

**Figura 1:** Mapa dos pontos discutidos



### Amostragem

Três campanhas de amostragem foram realizadas, sendo duas delas no final do período chuvoso. A primeira campanha foi realizada no rio Casca, entre 18 e 20 de março de 2013, a segunda, no rio Matipó, no período compreendido entre 14 e 17 de

março de 2014, e a terceira, no rio Casca, no período seco (para dados de oxigênio dissolvido), no mês de agosto de 2014.

Os pontos de amostragem foram determinados previamente, com auxílio de mapas, mediante avaliação do porte e da influência desses pontos na região de interesse. Ao longo dos trabalhos de campo, os pontos foram confirmados através de visitas às áreas de estudo, ao decurso dos rios e às entradas das fozes dos tributários, e também levando-se em consideração as condições favoráveis à coleta. Foram mapeados sete pontos de amostragem para a sub-bacia do rio Casca e sete para a do Matipó.

Quatro pontos de monitoramento do IGAM foram também selecionados, sendo um no rio Piranga, um no rio do Carmo e dois no rio Doce. Ainda, foram incluídos dois pontos do trabalho de Lacerda (2013), localizados próximos à nascente e à foz do rio Oratórios.

As amostras de água foram coletadas de acordo com a metodologia proposta por Ana (2011): sempre contra a corrente, fazendo ambiente com a água do rio.

Em cada ponto, três amostras de água foram coletadas para:

I) determinação de pH, temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, resistividade, TDS, ORP e turbidez. As análises foram realizadas em campo, utilizando o multiparâmetro portátil da marca Myron L Company, modelo Ultrameter II 6P; aparelhos turbidímetro modelo portátil digital (0 a 1000 NTU) da DIGIMED; e oxímetro modelo MO-980 da marca Instrutherm. Os aparelhos foram calibrados em laboratório e em campo antes das análises;

II) análise de alcalinidade, conforme descrito por Ana (2011);

III) pesquisa de coliformes, realizada no prazo de 24 horas, de acordo com metodologia imunoenzimática descrita em IDEXX (2008).

As análises foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Águas da Escola de Farmácia, no centro histórico de Ouro Preto, Minas Gerais. A metodologia empregada foi o Método Imunoenzimático, com reagente da marca Colilert.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para os resultados encontrados nas análises de temperatura, condutividade elétrica/resistividade, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade, pH e oxigênio dissolvido realizadas durante o procedimento de campo, observou-se que todos os pontos amostrais analisados respeitaram a legislação ambiental para corpos d'água de classe 2, de acordo com as resoluções CONAMA 357/05 e 430/11. Já a turbidez e parâmetros

bacteriológicos apresentaram-se em desacordo com a legislação em alguns pontos amostrais, conforme ilustrado na tabela 1.

A temperatura apresentou pequena variação: 21,4°C (FCS02) e 30,06°C (FCS15). Destaca-se a relevância de se analisar a temperatura, uma vez que a ocorrência de elevadas temperaturas indica maior taxa das reações químicas e biológicas, bem como maior taxa de transferência gasosa, o que implica em odores desagradáveis devido à presença de matéria orgânica e à diminuição da solubilidade de oxigênio dissolvido.

A condutividade elétrica variou de 16,48  $\mu\text{S}$  (FCS13) a 118,8  $\mu\text{S}$  (FCS09), e a resistividade de 0  $\text{M}\Omega\text{-cm}$  (FCS09) a 62,84  $\text{M}\Omega\text{-cm}$  (FCS13). A condutividade é diretamente proporcional ao índice de poluição, uma vez que uma maior quantidade de íons dissolvidos na água pode ser proveniente de fontes poluidoras. Neste sentido, constatou-se que a maior condutividade foi verificada em um ponto amostral a jusante de uma cidade. Por outro lado, águas com maior grau de pureza apresentam resistividade elevada, o que pôde ser confirmado pela análise de águas da nascente do rio Matipó, bastante preservadas e com pouca interferência humana.

**Tabela 1:** Resultados físico-químicos dos pontos discutidos da UPGRH D01.

PONTOS	OD	Turbidez	COND	RES	TDS	ORP	pH	Temperatura	Alcalinidade de ( $\text{HCO}_3^-$ -mg/L)
FCS01	7,90	34,60	37,80	NM	38,00	NM	6,30	25,50	14,20
FCS02	6,42 <sup>(a)</sup>	26,50	114,50	NM	73,29	103,00	7,43	21,40	23,80
FCS03	7,40 <sup>(a)</sup>	13,18	50,52	NM	32,33	101,00	7,10	23,50	23,70
FCS04	6,70	46,20	102,00	NM	61,00	NM	6,90	26,70	10,20
FCS05	7,30	26,80	45,90	NM	39,00	NM	6,80	28,70	18,40
FCS06	8,10	78,10	68,87	14,25	44,39	211,00	6,66	25,00	26,35
FCS07	9,00	101,00	46,48	21,18	29,93	147,00	6,71	25,50	26,35
FCS08	9,20	89,30	89,40	11,04	57,50	181,00	6,88	25,70	32,21
FCS09	8,80 <sup>(b)</sup>	91,10	118,80	0,00	77,08	235,00	6,07	28,60	21,47
FCS10	9,20 <sup>(b)</sup>	68,60	58,07	10,88	58,07	195,00	6,48	25,70	30,26
FCS11	9,30 <sup>(b)</sup>	58,20	60,95	16,13	39,24	170,00	6,63	26,00	20,50
FCS12	9,10 <sup>(b)</sup>	171,00	43,82	22,40	28,20	202,00	6,57	26,00	20,50
FCS13	6,40	4,87	16,48	62,84	10,20	125,00	6,71	23,00	11,10
FCS14	6,50	9,42	20,80	47,96	13,22	159,00	6,90	23,50	11,90
FCS15	7,80	23,10	46,75	21,38	30,06	159,00	6,87	30,06	23,00
FCS16	5,90	82,30	33,60	29,74	21,55	157,00	6,50	25,40	16,65

FCS17	6,60	187,00	51,22	19,63	32,86	242,00	6,80	24,70	18,24
FCS18	6,60	111,00	42,75	23,36	27,57	146,00	6,79	25,60	16,65
FCS19	6,70	5,26	96,46	10,36	62,10	115,00	6,82	27,90	70,58
FCS20	8,00	94,30	44,10	NM	50,00	NM	6,80	26,70	18,10

<sup>(a)</sup> OD referente a 10/05/2011.

<sup>(b)</sup> OD referente a 08/2013.

Nas análises de sólidos totais dissolvidos, os valores ficaram bem abaixo do limite especificado, caracterizando uma baixa interferência nas comunidades biológicas aquáticas e baixos valores de impurezas. Os TDS variaram de 10,20 mg/L até 77,08 mg/L. Os TDS representam a matéria em solução ou em estado coloidal presente na amostra de efluente. Todas as impurezas da água, com exceção aos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos presentes nos corpos de água (VON SPERLING, 2008).

A alcalinidade variou de 10,20 mg/L a 70,58 mg/L, em termos de concentração de  $\text{HCO}_3^-$ , mas, como nas legislações pertinentes não existem limites para alcalinidade, não é prudente julgar os valores encontrados isoladamente, sendo necessária uma investigação mais profunda. Altos valores desse parâmetro, no entanto, podem indicar a contaminação por fontes naturais ou por poluentes de origens antrópicas.

O pH apresentou pequena variação, entre 6,07 e 7,43, sendo satisfatório para a faixa de equilíbrio para a vida aquática, normalmente entre 6 a 9, de acordo com Resolução CONAMA 357 (BRASIL, 2005).

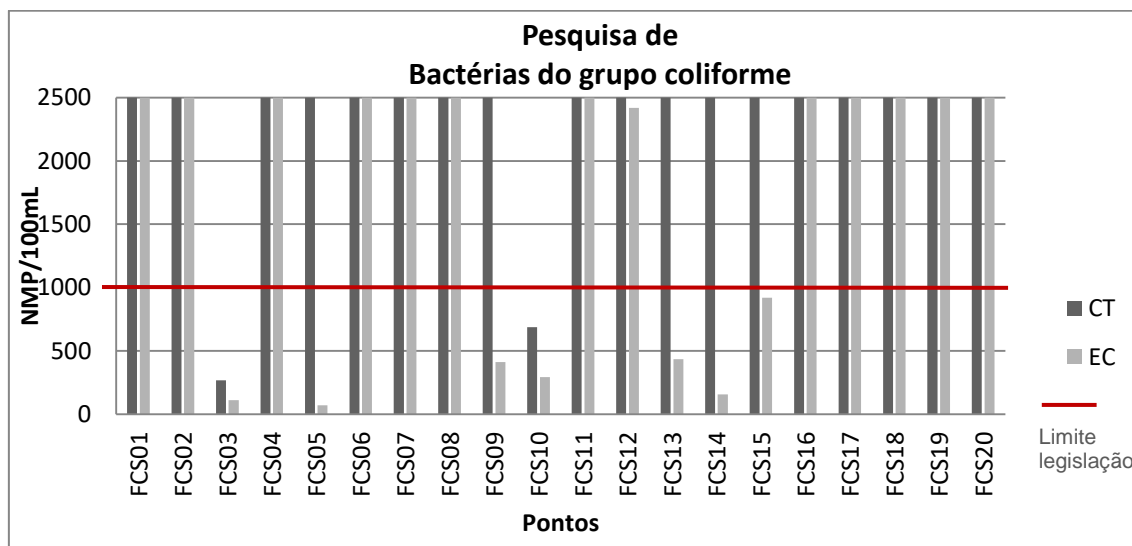
Os valores de oxigênio dissolvido (OD) ficaram entre 5,9 mg/L e 9,30 mg/L. Este é um dos principais parâmetros de caracterização dos efeitos da poluição das águas decorrentes de despejos orgânicos. Águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que elas receberam matéria orgânica e, dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios (VON SPERLING, 2008).

Vale destacar que, para os pontos FCS09, FCS10, FCS11 e FCS12, o OD medido refere-se ao mês de agosto de 2013, e para os pontos FCS02 e FCS03, o OD é referente a maio de 2011, pois nas datas preestabelecidas não foi feita tal medição. Em agosto houve defeito do equipamento de medição e as medições realizadas em maio não constam no banco de dados do IGAM.

A turbidez variou de 4,87 NTU a 187 NTU. Os pontos cujos valores ficaram acima dos limites estabelecidos pela legislação foram FCS07, FCS12, FCS17 e FCS18. É possível relacionar os altos valores de turbidez com a entrada de esgotos domésticos e efluentes industriais, com a pouca ou a ausência de vegetação e com a presença resíduos nas margens dos rios. Isto pôde ser observado no presente trabalho: os maiores valores de turbidez foram encontrados próximo aos centros urbanos, onde se pressupõe ser maior o aporte de efluentes industriais e esgotos domésticos. Este foi o caso do ponto FCS17, no rio Santana, tributário do Matipó, onde foi encontrado o maior valor de turbidez. Da mesma forma, a menor turbidez foi verificada na nascente do rio Matipó.

Os resultados das análises bacteriológicas indicaram que praticamente toda a região hidrográfica DO1 encontra-se comprometida, sendo que a maioria dos pontos apresenta coliformes totais e *Escherichia coli* (EC) acima de 2419,6 NMP por 100mL de amostra. Tomando como pressuposto que a legislação utiliza o termo coliforme termotolerante como sinônimo de coliforme fecal, representado pela espécie *E. coli.*, este valor extrapola o determinado na lei, que é de até 1000 col. termotolerantes por 100 mL.

**Figura 2:** Coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (EC) (NMP/100 ml)



De acordo com a Figura 2, os valores de *E. coli* ficaram abaixo do limite em sete pontos analisados, mas somente dois destes pontos apresentaram valores baixos para coliformes totais, o que indica que existe a presença de outros patógenos de origem não fecal na água.

Portanto, a partir dos resultados analisados, constatou-se que a região em estudo recebe efluente de esgotos domésticos, fato comprovado durante as observações de campo, quando se notou o despejo direto do esgoto das residências ribeirinhas e o descarte inadequado de resíduos sólidos.

Vale destacar os pontos FCS13 e FCS14, sendo o primeiro o ponto mais próximo à nascente do Matipó e o segundo, referente a uma amostragem feita a poucos metros do FCS13. Observa-se que no ponto mais próximo à nascente foi encontrada uma maior quantidade de *E. coli* (435,2) que no ponto FCS14 (157,6).

Este fato pode ser explicado por dois motivos observados em campo: o ponto FCS13, embora mais a montante, está próximo a uma comunidade ribeirinha. Já o ponto FCS14 recebe contribuição de outro pequeno córrego, que por sua vez está isento de casas a montante.

O ponto FCS05 apresentou o menor valor para coliforme fecal (*E. coli*), 70 NMP/100 ml. Isso se torna interessante ao observarmos que este ponto se refere ao rio Doce pois, por receber vários corpos hídricos contaminados, era esperado que também extrapolasse os limites da legislação. Mas é importante destacar que o ponto em questão está localizado nos limites dos municípios de Rio Casca e São Domingos do Prata, logo após o Doce receber uma contribuição hídrica em sua margem esquerda.

Observa-se que a presença de coliformes na água apresenta significativa relação com a turbidez. Com o aumento de turbidez, a penetração da radiação ultravioleta, que é prejudicial aos microrganismos, é dificultada, assim, a alta turbidez atua minimizando os efeitos nocivos da radiação sobre as bactérias do grupo coliforme. Logo, conclui-se que a turbidez na água é um agente favorável ao crescimento microbiano (SOUZA; SARTORI; DANIEL, 2000) e, como a penetração de luz nos corpos d'água é afetada, observa-se uma redução da taxa de fotossíntese. Tal fato pode ser explicado pelo fato de as partículas em suspensão na água criarem maiores superfícies de contato, podendo servir de abrigo para os microrganismos patogênicos, formando uma espécie de “barreira”, que diminui a eficiência da desinfecção nos processos de tratamento de água. As bactérias podem ainda estar associadas a compostos tóxicos e patogênicos (VON SPERLING, 2008).

## CONCLUSÕES

Neste trabalho foram identificadas as condições da qualidade da água de rios — e seus tributários — de grande relevância para a UPGRH Piranga, por meio de análises



físicas, químicas e biológicas. Observou-se que os parâmetros temperatura, condutividade/ resistividade, TDS, alcalinidade, pH, ORP e OD atenderam às legislações, e que os parâmetros turbidez, coliformes totais e *E. coli* extrapolaram os limites aceitáveis. Tal resultado poderá auxiliar na definição de metas para se atingir uma qualidade de água desejável, compatível com os usos estabelecidos e pretendidos para a região. Porém, devido a pesquisa ter sido limitada em relação à frequência, sugere-se que mais estudos sejam realizados nesse ambiente em diferentes épocas do ano.

Percebe-se que a contaminação sanitária é causada principalmente pelos centros urbanos, que impactam os trechos de rios onde as vazões são menores. Nesses pontos, o parâmetro de coliforme fecal frequentemente extrapola os valores permitidos pela legislação. Tal fato pôde ser percebido pelo mau cheiro dos corpos hídricos, evidenciando a poluição das águas, que se torna fonte de diversas doenças. Ao mesmo tempo, o fato dos dejetos não serem tratados encarece o tratamento da água, onerando o orçamento da população, que depende do abastecimento público de água, o que limita seu acesso a este recurso tratado e pode desencadear novas doenças, uma vez que as pessoas de baixa instrução podem utilizar desta água contaminada.

Desta forma, as ações de controle de qualidade da água devem ser focadas nos pilares do saneamento básico, que englobam o tratamento de água e esgoto e a disposição adequada dos resíduos sólidos e drenagens urbanas. Neste caso, a adoção dos Planos Municipais de Saneamento pode contribuir para que as cidades tenham inicialmente um instrumento de planejamento que projete soluções para o futuro.

Apesar dos esforços de projetos ou planos para o desenvolvimento da bacia, a degradação continua, pois há carência de uma visão sistêmica e de ações integradas para o desenvolvimento da região de forma sustentada.

Sendo assim, é de suma importância que haja vontade política dos dirigentes governamentais para elaboração e, sobretudo, implementação do Plano de Saneamento, de modo a cuidar do município com uma visão mais ampla dos problemas que o circundam e com a consciência de que impactos podem ser provocados numa extensão que vai além dos seus limites territoriais.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Companhia

Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 357 de 2005** - Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 430 de 2011** - Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.

FELDMANN, F. **Guia da Ecologia**: para entender e viver melhor a relação homem-natureza. São Paulo: Abril, 1992. 320p.

IDEXX. **Validação do método Colilert-18/Quanti-Tray para contagem de E. coli e bactérias coliformes em água.** 2008. Disponível em <[http://www.idexx.it/pdf/it\\_it/water\\_/7542-01-colilert-18-report-port.pdf](http://www.idexx.it/pdf/it_it/water_/7542-01-colilert-18-report-port.pdf) > Acesso em 30 Jun. 2013.

IGAM. **Diagnóstico consolidado da bacia.** 2005. Disponível em: <http://www.riodoce.cbh.gov.br/Diagnostico2005/diagnostico.pdf>. Acesso em: 24 Jun. 2014.

IGAM. **Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais na Bacia do Rio Doce em 2007.** Relatório Anual. Projeto “Águas de Minas”. Belo Horizonte. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. 2008. 171 p.

IGAM. **Relatório de águas superficiais 1º trimestre de 2013.** 2013. Disponível em <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/publicacoes-tecnicas/qualidade-das-aguas/qualidade-das-aguas-superficiais/relatorios-de-avaliacao-da-qualidade-de-agua-superficial/relatorios-trimestrais/2013/7267-relatorio-aguas-superficiais1-trimestre-2013minas-gerais>> Acesso em 05 Jun. 2014.

IGAM. **Mapa de Qualidade de águas Rio Doce 3º trimestre de 2013.** 2014. Disponível em [http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade\\_aguas/2014/mapas/2013-a4-do-3t.pdf](http://www.igam.mg.gov.br/images/stories/qualidade_aguas/2014/mapas/2013-a4-do-3t.pdf)> Acesso em 21 Mai. 2014.

LACERDA, F. M. **Contribuição para o diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do Rio Oratórios - MG.** 2013. 174f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.

CONSÓRCIO ECOPLAN – LUME. **PARH Piranga:** Planos de Ações de Recursos Hídricos para as Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce - Piranga. Volume I – Relatório Final. 2010.

CONSÓRCIO ECOPLAN – LUME. **PIRH Doce. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Doce e dos Planos de Ações de Recursos Hídricos para as**

**Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos no Âmbito da Bacia do Rio Doce.** Volume I – Relatório Final. 2010.

SOUZA, J. B.; SARTORI, L.; DANIEL, L. A. **Influência da cor e turbidez na desinfecção de águas de abastecimento utilizando-se cloro e radiação ultravioleta.** *Anais do XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental.* Porto Alegre: AIDIS/ABES, 2000.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e do tratamento de esgoto.** 3 ed. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 2008. p. 452.