

Artigo Científico

Qualidade da água de córregos urbanos de São Gabriel/RS

Water quality of urban streams in São Gabriel/RS

Luan Luongo Gonçalves¹, Alisson de Mello Deloss², Vanessa dos Santos Dias³, Rosângela Silva Gonçalves Nunes⁴, Mirla Andrade Weber⁵

¹ Graduado em Gestão Ambiental, campus São Gabriel, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, Rs, Brasil. E-mail:luan_luongo@hotmail.com;

² Engenheiro Florestal, campus São Gabriel, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, Rs, Brasil. E-mail: alissonmellodeloss@yahoo.com.br;

³ Engenheira Florestal, campus São Gabriel, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, Rs, Brasil. E-mail: vanessadias@live.com;

⁴ Graduada em Ciências Biológicas, campus São Gabriel, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, RS, Brasil. E-mail:rosangelagbio@yahoo.com.br;

⁵ Agrônoma, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. Docente, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), São Gabriel, RS, Brasil. E-mail:mirlaweber@unipampa.edu.br.

RESUMO: A degradação dos recursos hídricos é um grande problema ambiental. Este trabalho objetivou avaliar a qualidade da água de córregos urbanos de São Gabriel/RS. O estudo ocorreu entre setembro e novembro de 2016. Foram amostrados cinco pontos em cada córrego. Os parâmetros avaliados foram pH, condutividade elétrica, cor, turbidez, fósforo, amônio e nitrato. Os córregos avaliados apresentaram valores que indicam poluição em alguns pontos, porém a possibilidade de autodepuração do corpo hídrico em outros. A água dos córregos amostrados apresentou sua qualidade diretamente afetada por aspectos antrópicos, como a ocupação irregular em áreas de APP e a consequente disposição de esgoto irregular in natura, contribuindo com fósforo e nitrogênio, principais causadores da eutrofização dos corpos d'água.

Palavras-chave: Desenvolvimento Urbano. Fósforo. Nitrogênio. Eutrofização. Poluição.

ABSTRACT: Water bodies degradation is a huge environmental problem. This work aimed to evaluate the water quality of the urban streams in San Gabriel/RS. The study took place between September and November in 2016. Five points were sampled in each stream. The evaluated parameters were pH, electrical conductivity, color, turbidity, phosphorus, ammonium and nitrate. The evaluated streams presented values that indicate pollution in some points. The water of the sampled streams presented its quality directly affected by anthropic aspects, such as the irregular occupation in preservation areas and the consequent disposition of irregular sewage, contributing with phosphorus and nitrogen, leading to water bodies eutrophication.

Keywords: Urban Development. Phosphorus. Nitrogen. Eutrophication. Pollution.

INTRODUÇÃO

A água é um constituinte inorgânico fundamental para a manutenção da vida. O acelerado processo de crescimento populacional e urbanização das últimas décadas, vem trazendo impactos sobre ecossistemas aquáticos, através da quantidade de esgoto produzido e outros agentes poluentes. A emissão de efluentes domésticos não tratados nos corpos d'água pode proporcionar a contaminação das águas subterrâneas, assim como problemas à saúde pública e ao meio ambiente, afetando a qualidade da água.

Inúmeras atividades antrópicas possuem impactos negativos sobre a qualidade da água, como a retirada da mata ciliar nas margens dos rios, atividades agropecuárias e rurais, o uso e manejo incorreto do solo e a aplicação de agroquímicos. Essas atividades geram poluentes com características pontuais e difusas nos rios (LIMA et al., 2001). Assim, muitos países enfrentam problemas com a escassez da água potável.

O índice de águas residuais produzidas no mundo que retornam à natureza sem terem sido tratadas ou reutilizadas chega a mais de 80% (ONU, 2014). No Brasil,

Aceito para publicação em: 12/03/2020/ Publicado 01/04/2020.

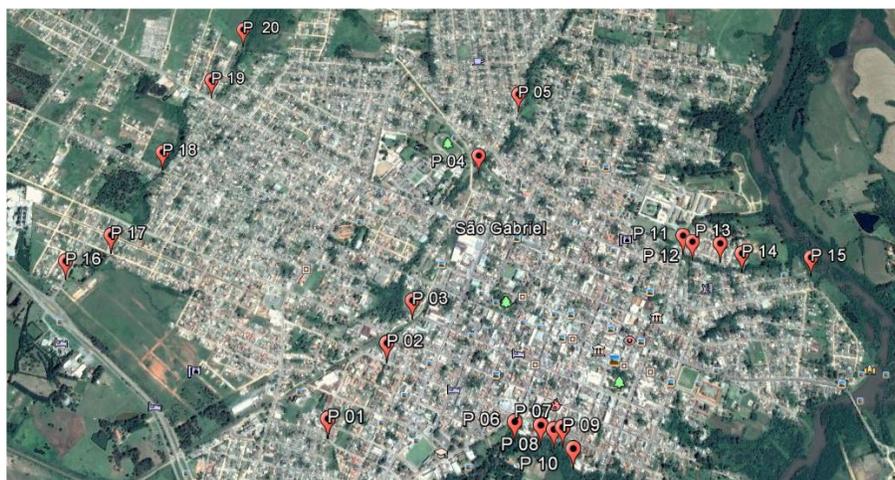
dez anos após a Lei do Saneamento Básico entrar em vigor, metade da população do país continua sem acesso a sistemas de esgotamento sanitário (SNIS, 2016), o que significa que mais de 100 milhões de pessoas utilizam medidas alternativas para lidar com os dejetos – seja através de uma fossa, seja jogando o esgoto diretamente em rios. No Rio Grande do Sul do total de esgoto produzido, apenas 29,65% é coletado (SNIS, 2016). A população atual do estado é de 11.322.895 de pessoas, das quais apenas 3.371.914 são atendidas com esgotamento sanitário (IBGE, 2017).

Assim, diversas regiões do mundo enfrentam hoje problemas relativos à escassez de água com qualidade e o consumo de água tende a crescer com o aumento populacional, o desenvolvimento industrial e outras atividades humanas. Desse modo, este trabalho teve como objetivo avaliar os aspectos qualitativos das águas servidas dentro dos córregos urbanos do município de São Gabriel/RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido nos principais córregos urbanos de São Gabriel, localizada na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, entre os meses de setembro e novembro de 2016. Os locais onde ocorreram as coletas de água foram escolhidos de maneira a abranger os principais córregos urbanos (Figura 1) do município, assim também como aqueles com maior densidade demográfica. Em cada córrego urbano foram amostrados 5 pontos. Os pontos foram marcados com o auxílio de um GPSmap 76csx e marcados no programa Google Earth Pro (Figura 1). As amostras de água foram coletadas com o auxílio de garrafas plásticas com três repetições em cada ponto. As datas de coleta foram as seguintes: Sanga da Riveira em 15/09/2016 (pontos 1, 2, 3, 4 e 5); Sanga da Bica em 23/09/2016 (pontos 6, 7, 8, 9 e 10); Sanga São José em 30/09/2016 (pontos 11, 12, 13, 14 e 15) e Sanga do Lava Pé em 11/11/2016 (pontos 16, 17, 18, 19 e 20).

Figura 1 - Pontos de coleta nos córregos de São Gabriel, 2016



Nas Figuras 2, 3, 4 e 5 encontram-se imagens dos pontos de coleta das amostras, onde são observadas vegetação, moradias e descarte inadequado de diversos materiais nas proximidades dos córregos.

Figura 2 - Sanga da Riveira, São Gabriel, RS, 2016.

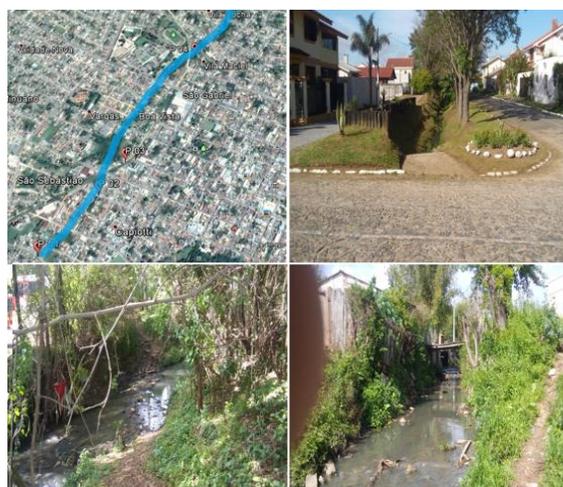


Figura 3 - Sanga da Bica, São Gabriel, RS, 2016.



Figura 4 - Sanga São José, São Gabriel, RS, 2016.



Figura 5 - Sanga Lava Pé, São Gabriel, RS, 2016.



As análises de água (pH, condutividade elétrica, cor, turbidez e nitrogênio mineral) foram realizadas sempre após o turno de coletas, no Laboratório de Recursos

Hídricos e no Laboratório de Solos e Ecologia Florestal da UNIPAMPA – Campus São Gabriel. As análises de pH, condutividade elétrica, cor e turbidez, foram realizadas com

os seguintes aparelhos eletrônicos: pHmetro, condutivímetro, colorímetro e turbidímetro, respectivamente. Para a determinação do teor de Nitrogênio (NH_4^+ e NO_3^-) das amostras de água, utilizou-se a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), a qual utiliza o método de destilação Kjeldahl. A quantificação do fósforo foi realizada por espectrofotometria utilizando-se a metodologia descrita por Murphy e Riley (1962).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH nos pontos amostrados nos quatro córregos apresentaram valores entre 7,26 e 8,16, com médias variando entre 7,44 a 7,99 (Tabela 1). Estes valores encontram-se todos dentro dos padrões de pH (6,0 a 9,0) indicados pela lei 357/05 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Em relação a condutividade elétrica, os pontos amostrados apresentaram valores entre 196 e 826 $\mu\text{S cm}^{-1}$

(Tabela 1), exibindo médias de 386, 266, 436 e 440 $\mu\text{S cm}^{-1}$ para os córregos Sanga da Riveira, Sanga da Bica, Sanga São João e Sanga do Lava Pé, respectivamente. Todos os valores encontraram-se acima de 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$, nível a partir do qual mostra ambientes impactados, sendo considerado um parâmetro indireto de poluição da água (ALVARENGA, 2012). A condutividade elétrica é a forma de mostrar numericamente a capacidade da água em conduzir correntes elétricas. Depende da temperatura e das concentrações de íons e indica a presença de sais, portanto representa indiretamente a poluição em um corpo d'água, ou seja, à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados a condutividade aumenta. Além disso, a legislação não estabelece valores máximos ou mínimos para a condutividade elétrica, mas em águas naturais esse parâmetro varia de 10 a 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

Tabela 1 - pH e condutividade elétrica em cinco pontos nos córregos urbanos de São Gabriel-RS, entre setembro e novembro de 2016.

Pontos de coleta	Sanga da Riveira	Sanga da Bica	Sanga São José	Sanga do Lava Pé
pH				
1	7,46	7,62	7,55	7,58
2	7,44	7,26	8,05	7,47
3	7,60	7,35	8,09	7,58
4	7,78	7,49	8,16	7,46
5	7,79	7,48	8,10	7,58
Desvio Padrão	0,15	0,16	0,27	0,06
Média	7,62	7,44	7,99	7,53
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1}$)				
1	364	339	407	298
2	296	196	404	320
3	375	266	428	387
4	462	266	456	826
5	435	262	486	370
Desvio Padrão	60,2	59,0	32,1	202,7
Média	386	266	436	440

Na Tabela 2 são apresentados os valores de cor e de turbidez para os pontos amostrados. A cor de uma amostra de água está associada a redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la. Isso ocorre pela presença de sólidos dissolvidos, principalmente materiais em estado

coloidal orgânico e inorgânico (FRAVET, 2006). De acordo, com a classe II de águas doces, a cor natural de um corpo de água deve permanecer em 75 mg Pt L^{-1} . Apenas cinco pontos, quatro na Sanga da Bica e um na Sanga São José, apresentaram resultados para a cor inferiores a 75 mg Pt L^{-1} .

Tabela 2 - Colorimetria e turbidez de cinco pontos nos córregos urbanos de São Gabriel-RS, entre setembro e novembro de 2016.

Pontos de coleta	Sanga da Riveira	Sanga da Bica	Sanga São José	Sanga do Lava Pé
Colorimetria (mg Pt L^{-1})				
1	191,7	148,1	195,1	179,6
2	115,9	44,0	61,3	183,6
3	101,2	54,7	68,6	284,8
4	188,0	32,5	89,9	500,0
5	126,0	30,6	87,4	246,1
Desvio Padrão	39,6	4,3	98,1	121,7
Média	144,6	62	100,4	278,8
Turbidez (NTU)				
1	18,3	12,0	4,6	13,0

Qualidade da água de córregos urbanos de São Gabriel/RS

2	10,6	3,0	4,0	16,0
3	8,6	1,0	5,3	25,0
4	15,6	1,3	7,0	43,6
5	10,0	4,6	5,0	24,0
Desvio Padrão	3,9	4,3	1,0	11,1
Média	12,6	4	5,2	24,3

Os valores para turbidez não devem ultrapassar 100 NTU para águas doces da classe II. Para este parâmetro todos os córregos apresentaram valores baixos, médias variando de 4 a 24,3 NTU (Tabela 2), não identificando poluição. A turbidez de uma amostra de água, refere-se ao grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la, isto ocorre devido à presença de sólidos em suspensão como as partículas de solo (areia, silte e argila), matéria orgânica, etc (FRAVET, 2006).

A avaliação dos teores de fósforo (P) e de nitrogênio (N) em corpos d'água é importante para estimar o estado de eutrofização desses corpos hídricos. A eutrofização ocorre quando há uma grande concentração de nutrientes como N e P. Por serem essenciais para o crescimento de plantas aquáticas aumentam a degradação do ecossistema aquático que está exposto a esse fenômeno (FIGUEIREDO et al., 2007). O P é considerado um grande poluente, principalmente em águas superficiais, já que é um elemento de pouca capacidade de percolação. Na eutrofização, o P possui uma elevada concentração, o que facilita o crescimento de plantas e algas que consomem oxigênio, causando mortandade de peixes (KLEIN; AGNE, 2012).

Os teores de P encontrados em todos os pontos amostrados, que variaram de 0,82 a 12,17 mg L⁻¹ (Tabela 3), ultrapassaram as condições estabelecidas pela Resolução

CONAMA 357/2005, que indica o limite máximo permitido em 0,10 mg/L para Classe II e 0,15 mg/L para Classe III. Segundo dados da CETESB (2006), o P tem origem dentro dos esgotos domésticos por meio de detergentes em pó que chegam a 40% da carga total que aporta nos recursos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo.

Os teores de N amoniacal variaram de 5,1 a 29,4 mg L⁻¹ (Tabela 3) nos três córregos avaliados. Estes teores mostraram-se todos acima do limite permitido por lei. A Lei 357/05 dispõe sobre a classificação de amônia nos rios de água doce Classe II, aqueles que possuem 3,7 mg N L⁻¹ para pH ≤ 7,5, 2,0 mg N L⁻¹ para 7,5 < pH ≤ 8,0, 1,0 mg N L⁻¹ para 8,0 < pH ≤ 8,5 e 0,5 mg N L⁻¹ para pH > 8,5.

O N amoniacal pode estar presente em águas superficiais e subterrâneas, sendo que sua concentração é normalmente baixa por conta de sua fácil adsorção por partículas do solo ou na oxidação a nitrito e nitrato. O N amoniacal por ser uma forma reduzida de nitrogênio pode servir como um indicador de poluição recente no corpo d'água (VON SPERLING, 1996). Ocorre naturalmente em águas subterrâneas, sua presença em concentrações elevadas é estreitamente ligada a atividades humanas, como a disposição de resíduos orgânicos (BARBOSA, 2005). Altas concentrações podem indicar fontes de poluição (ALABURDA; NISHIHARA, 1998).

Tabela 3 - Valores médios de fósforo, amônio e nitrato nos córregos urbanos de São Gabriel-RS, entre setembro e novembro de 2016.

Pontos de coleta	Sanga da Riveira	Sanga da Bica	Sanga São José	Sanga do Lava Pé
Fósforo (mg L⁻¹)				
1	1,16	3,79	3,82	1,38
2	0,82	1,22	2,56	1,16
3	2,44	1,48	3,06	3,70
4	5,15	1,56	2,87	12,17
5	3,85	1,28	2,53	2,61
Desvio Padrão	1,82	1,08	0,52	4,56
Média	2,69	1,87	2,97	4,20
N-NH₄⁺ (mg L⁻¹)				
1	20,2	12,6	18,9	-
2	10,5	5,8	18,5	-
3	13,6	5,7	22,5	-
4	29,4	5,8	24,8	-
5	25,5	5,1	25,2	-
Desvio Padrão	7,3	2,9	3,0	-
Média	19,8	7,0	22,0	-
N-NO₃⁻ (mg L⁻¹)				
1	13,9	6,6	9,7	-
2	16,8	18,2	9,6	-
3	26,6	18,1	12,3	-
4	11,4	15,3	14,6	-

5	12,3	15,3	10,2	-
Desvio Padrão	5,2	5,0	2,1	-
Média	16,2	14,7	11,3	-

A Resolução do CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) determina que o nível máximo de nitrato permitido é de 10 mg L⁻¹ para águas doces. A maioria dos valores observados neste estudo (Tabela 3) estão acima dos padrões exigidos por Lei, principalmente nos córregos Sanga da Riveira, onde foi registrado 26,6 mg L⁻¹ no ponto três, e Sanga da Bica, com 18,2 mg L⁻¹ no segundo ponto.

A nitrificação é um processo aeróbico, portanto ocorre em situações de disponibilidade de oxigênio, constituindo-se de um processo em que o amônio é oxidado a nitrato (PEREIRA; MERCANTE, 2005). É possível perceber em casos onde a concentração de amônia diminui e a de nitrato aumenta, exemplo do córrego da Sanga da Bica, do segundo ao quinto ponto, está ocorrendo processos de nitrificação. Em situações onde há altos índices de amônia há indício de poluição recente, enquanto quando há alta concentração de nitrato há indício de poluição intermediária em (Tabela 3).

Alaburda e Nishihara (1998) e Freitas et al. (2001) afirmam que concentrações de nitrato acima de 3 mg L⁻¹, em amostras de água, indicam contaminação antrópica. Nota-se que o córrego da Sanga da Riveira foi o que mostrou maior concentração de nitrato, justamente por este atravessar regiões de alta densidade demográfica em relação aos demais córregos. Além da poluição ambiental, o nitrato é tóxico aos seres humanos, se ingerido em grandes quantidades pode causar doenças como a metahemoglobinemia infantil, popularmente conhecida como doença do sangue azul. No momento que o nitrato reduz a nitrato, compete por oxigênio com o ferro que está disponível no sangue (SCORSAFAVA et al, 2010).

Comparando-se os córregos, a Sanga do Lava Pé, representada pelos pontos 16, 17, 18, 19 e 20 na Fig. 1, foi a que apresentou as maiores médias de parâmetros indicativos de poluição. Entretanto, isto, em parte, é devido aos valores muito elevados encontrado no ponto 4 deste córrego (ponto 17 na Figura 1). Neste ponto foram encontrados condutividade elétrica de 826 µS cm⁻¹, cor de 500 mg Pt L⁻¹, turbidez de 43,6 NTU e teor de P de 12,17 mg L⁻¹. Neste ponto foi possível notar no momento da amostragem da água, além de fontes de despejo de efluentes domésticos, a grande disposição de resíduos sólidos descartados às margens do córrego, o que implica diretamente neste resultado.

O córrego que apresentou os menores índices de poluição foi a Sanga da Bica. Este curso d'água passa por dentro de uma área de preservação dentro da cidade, recebendo menor disposição de esgoto doméstico, como foi observado durante a amostragem, o que pode ter influenciado positivamente nos dados.

CONCLUSÕES

Os quatro córregos urbanos avaliados no município de São Gabriel, RS, no ano de 2016, apresentaram valores

médios que indicam poluição em alguns pontos, porém há possibilidade de autodepuração do corpo hídrico em outros.

A água dos córregos amostrados neste município apresentou sua qualidade diretamente afetada por aspectos antrópicos, principalmente pela ocupação irregular em áreas de APP e a consequente disposição de esgoto irregular in natura, que contribuem com nutrientes como fósforo e nitrogênio que são os principais causadores da eutrofização dos corpos d'água.

REFERÊNCIAS

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. *Revista de Saúde Pública*, v.3, n.2, p.160-165, 1998.

ALVARENGA, A.M.S.B. *Caracterização limnológica e classificação das macrófitas aquáticas flutuantes nas cavas de areia da univap campus urbanovajacareí/SP*. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade do Vale do Paraíba Faculdade de Educação e Artes, Jacareí, 2012.

BARBOSA, C.F. *Hidrogeoquímica e a contaminação por nitrato em água subterrânea no bairro Piranema, Seropedica - RJ*. 89f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde: Funasa, 2014.*

CETESB. *Relatório de Qualidade de Águas Interiores no Estado de São Paulo*. São Paulo. 430 p., 2005. Disponível em: <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/> Acesso em 13/06/2017.

FRAVET, A.M.M.F. *Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu - SP e saúde pública*. viii, 71 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, 2006.

FIGUEIREDO, M.C.B.; TEIXEIRA, A.S.; ARAÚJO, L.F.P.; ROSA, M.F.; PAULINO, W.D.; MOTA, S. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.12, p.399-409, 2007.

FREITAS, M.B.; BRILHANTE, O.M.; ALMEIDA, L.M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad Saúde Pública*, v.17, p.651-60, 2001.

- IBGE. *Cidades. Santa Maria – Estimativa da população 2017*, 2016. Disponível em: <http://cod.ibge.gov.br/1r4h>. Acesso em: 29/05/2018.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo Demográfico 2010 – Informações completas*, São Gabriel, Rio Grande do Sul, 2010.
- KLEIN, C.; AGNE S.A.A. 2012. Fósforo: De Nutriente a Poluente. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.8, p.1713-1721, 2012.
- LIMA, J. E. F. W. *Recursos hídricos no Brasil e no mundo*. Embrapa Cerrados, 2001. p. 9.
- MADRUGA, F.V.; REIS, F.A.G.; GIORDANO, L.C.; MEDEIROS, G.A. Avaliação da Influência do Córrego dos Macacos na Qualidade da Água do Rio Mogi Guaçu, no Municípios de Mogi Guaçu-SP. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, v.5, p.152-168, 2008.
- MUCELIN, C.A.; BELLINI, M. 2008. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. *Sociedade & Natureza*, v.20, p.111-124, 2008.
- MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, v.27, p.31-36, 1962.
- ONU. *The Human rights to Water and Sanitation Milestone*. Disponível em <www.un.org/waterforlifedecade>. Acesso em 03/02/2014.
- PEREIRA; L.P.F.; MERCANTE, C.T.J. *A amônia nos sistemas de criação de peixes e seus efeitos sobre a qualidade da água. Uma revisão*. Boletim do Instituto de Pesca, v.31, p.81-88, 2005.
- PIZELLA, D.G.; SOUZA, M.P. Análise da sustentabilidade ambiental do sistema de classificação das águas doces superficiais brasileiras. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 12:139-148, 2007.
- SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*, 2016. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em 29/05/2018.
- SCORSAFAVA, M.A.; SOUZA, A.; STOPER, M.; NUNES, C.A.; MILANEZ, T.V. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v.69, p.229-232, 2010.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. *Análises de solo, planta e outros materiais*. 2ed. rev. e ampl. Porto Alegre: departamento de solos, UFRGS, 1995. 174p.
- TUCCI, C.E.M. *Água no meio urbano. Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*, v.2, p.475-508, 1999.
- TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W. *Drenagem urbana e controle de erosão. VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão*. Presidente Prudente-SP, 1998.
- VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Editora UFMG. 1996.