

# PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DO ARROIO DILÚVIO, PORTO ALEGRE/RS

Marlise Amália Reinehr Dal Forno

Doutora em Geografia - UFRGS

Professora titular da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, PGDR - Programa de Pós-graduação em  
Desenvolvimento Rural

E-mail: marlise.forno@ufrgs.br

Velco Vinicius Lopes de Matos

Economista - UFRGS

Assistente em Administração na Pró-Reitoria de Planejamento em Administração da UFRGS

E-mail: velcovinicius@yahoo.com.br

## RESUMO

Este trabalho pretende apresentar um levantamento histórico das condições de qualidade da água do arroio Dilúvio, da cidade de Porto Alegre/RS, valendo-se para tanto, da publicação de trabalhos especializados e de consultas a órgãos competentes, sobre os parâmetros de qualidade da água – como oxigênio dissolvido, demandas bioquímica e química de oxigênio e turbidez - desse recurso hídrico entre os anos de 1995 e 2011. O principal objetivo é divulgar os resultados desta qualidade, *ou a ausência da mesma*, em sua evolução temporal, a fim de estimular propostas de gestão e planejamento das questões associadas ao saneamento básico. No entendimento dos autores desta pesquisa não há qualidade de vida sem acesso à água de qualidade. Os resultados revelam, devido às elevadas quantidades de poluentes encontrados, como compostos nitrogenados, fosfatos, sólidos dissolvidos, coliformes termotolerantes, dentre outros, que o arroio Dilúvio vem apresentando um nível de qualidade da água  *muito aquém* do ideal.

112

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição hídrica. Parâmetros de qualidade de água. Arroio Dilúvio.

## WATER QUALITY PARAMETERS OF DILÚVIO STREAM, PORTO ALEGRE/RS

### ABSTRACT

This paper aims to present a historical survey of water quality conditions of the Dilúvio stream, in Porto Alegre city/RS, drawing on the publication of specialized work and consultations with relevant agencies about the water quality parameters - such as dissolved oxygen, biochemical and chemical oxygen demands and turbidity - of this water resource between 1995 and 2011. The main intention is to publish the results of this quality, *or lack thereof*, to its evolution in order to promote management and planning proposals concerning sanitation issues. In the opinion of the authors of this research there is no quality of life without access to safe water. The results expose, due to high amounts of pollutants found, such as nitrogen compounds, phosphates, dissolved solids, fecal coliforms, among others, that the Dilúvio stream is showing a water quality level *so far* from ideal.

**KEYWORDS:** Water pollution. Water quality parameters. Dilúvio stream.

## INTRODUÇÃO

O arroio Dilúvio, curso principal da sub-bacia homônima, sempre fez parte da paisagem e da história de Porto Alegre, localizada na região nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Possui 17.605 metros de extensão, dos quais 81% situam-se nessa cidade e o restante, em Viamão (PORTO ALEGRE, 2014). Em conjunto com seus afluentes, este arroio é responsável pelo escoamento de águas de uma área que ocupa 83,74 km<sup>2</sup>. A sub-bacia do arroio Dilúvio ocupa uma região de Porto Alegre onde residem 446 mil habitantes, o equivalente a aproximadamente um terço da população da cidade (MENEGAT; KIRCHHEIM, 2006).

Os primeiros registros históricos desse importante corpo d'água porto-alegrense remontam à data de 1740 conforme informação de Morandi e Faria (2002, p. 8). Segundo as autoras, o arroio Dilúvio recebeu ainda outras denominações no decorrer de sua existência, como rio Jacareí, Riacho, Riachinho, arroio da Azenha e riacho Ipiranga. O nome “Dilúvio” foi concebido ao arroio em função de que “[...] apesar de não ser um arroio caudaloso, avolumava-se subitamente por ocasião das grandes chuvas, alagando as baixadas dos bairros Santana, Azenha e Cidade Baixa”.

O arroio nasce na zona leste da cidade, na Represa da Lomba do Sabão, atravessa uma parte de Viamão e diversos bairros de Porto Alegre, recebendo as águas de dezenas de afluentes, acabando por desaguar “[...] entre os parques Marinha do Brasil e Maurício Sirotsky Sobrinho (Harmonia). Antigamente, o riacho desaguava na Ponta da Cadeia, ao lado da Usina do Gasômetro [...]” (PORTO ALEGRE, 2014, não paginado), passando pela Ponte de Pedra, construída por trabalho escravo em 1845, e que hoje serve de cartão-postal da capital, perto do atual Largo dos Açorianos (MENEGAT; KIRCHHEIM, 2006).

Só depois de muitos dilúvios e com o crescimento de Porto Alegre é que as águas do arroio foram domadas por meio da sua retificação e canalização. A obra que mudou o traçado do manancial, incluindo a construção das pistas da Avenida Ipiranga, iniciou em 1940 e demorou mais de 20 anos para ser concluída. Na sua execução, o Município contou com o auxílio do Governo Federal, por meio do extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS). (PORTO ALEGRE, 2014, não paginado).

De toda sua extensão, segundo a Prefeitura Municipal de Porto Alegre, o arroio Dilúvio possui atualmente cerca de 12 km canalizados, 17 pontes e cinco travessias para pedestres. A partir da Rua Vicente da Fontoura, a cada 200 metros foram construídas séries de três degraus de um metro cada, para compensar a declividade acentuada do arroio nesse trecho (PORTO ALEGRE, 2014). Em função da série de modificações a que foi submetida, a sub-bacia do arroio Dilúvio apresenta hoje características morfológicas sensivelmente distintas das originais.

De acordo com Morandi e Faria (2002, p. 9), as águas do arroio Dilúvio, que outrora serviram “[...] como fonte de abastecimento e irrigou plantações [...]”, atualmente recebem as águas servidas por parcela significativa da população que reside em sua área de drenagem, o que levou à instalação de grande parte das redes coletoras de esgotamento sanitário do tipo separador absoluto da cidade nessa sub-bacia, para amenizar o quadro de poluição desse corpo receptor e melhorar a qualidade de vida de sua população.

Segundo consta, a contribuição média do arroio Dilúvio no corpo do lago Guaíba obedece a uma vazão de cerca de  $1\text{m}^3/\text{s}$ , mas com a multiplicação da rede pluvial, os efeitos da chuva podem elevar este índice em até cem vezes (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS, 2012).

A taxa de urbanização da bacia chega hoje a 70%, inclusive em pontos próximos às nascentes, no município de Viamão, gerando contaminação já naqueles locais. Essa expansão ocorreu nas últimas décadas de forma desorganizada e, por vezes, irregular. Como redes de esgotos não podem ser instaladas em locais não regularizados, os habitantes desses locais fazem com que persistam ligações de esgotos cloacais em redes pluviais, que são despejados diretamente no corpo do arroio Dilúvio, juntamente com lixo e outros sedimentos (UFRGS, 2012).

A partir dessa concepção, se torna evidente a preocupante situação descrita por Silveira (2014, p. 1): “[...] a bacia hidrográfica do Lago Guaíba, destino final do arroio Dilúvio, [...] tem 46% de suas águas altamente poluídas. ” Em função disso, elas têm sua classificação de uso, conforme legislação específica, destinada exclusivamente para navegação e harmonia paisagística, enquadramento que conta com a contribuição substancial da poluição originária do arroio Dilúvio. Não obstante, as águas desse mesmo Lago Guaíba representavam, à época do estudo de Bendatti et al. (2000, não paginado), “[...] fonte de abastecimento para fornecimento de água potável para cerca de 97% da população de Porto Alegre. ”

Nesse sentido, será feito um estudo acerca dessa fonte de recurso natural da cidade de Porto Alegre, dentro do qual são despejadas diariamente grandes quantidades de dejetos pela população. Baseado em estudos levados a cabo acerca de poluição hídrica, em geral, e de suas características encontradas nesse curso d’água, o presente trabalho visa a demonstrar o patamar atingido por esse tipo de poluição nos dias atuais.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A poluição do arroio Dilúvio foi mensurada sob a ótica dos parâmetros de qualidade da água, preconizados pelos principais organismos reguladores nacionais, estaduais e locais, e os respectivos resultados encontrados por estudos técnicos realizados entre os anos de 1995 a 2011.

Para se obter um panorama evolutivo acerca da qualidade da água do Arroio Dilúvio, foram consultadas obras a respeito do tema produzidas em diversos períodos nas últimas duas décadas e solicitadas informações ao DMAE<sup>1</sup>. Com o objetivo de fornecer subsídios para a pesquisa, foram reunidas as informações obtidas acerca da qualidade da água do Arroio Dilúvio em diversos pontos de seu curso. Assim, com os dados encontrados e considerados mais relevantes, pôde ser levada a cabo uma análise sistematizada, a partir dos níveis apresentados pelas amostras, segundo os parâmetros de qualidade da água ora em estudo.

No decorrer do trabalho serão apresentadas ilustrações (figuras), que reproduzem tabelas, fórmulas e ilustrações diversas (gráficos e quadros) extraídas de outros trabalhos listados nas referências. Estes autores optaram por assim proceder sempre que possível, a fim de manter a originalidade da fonte das informações apresentadas. Procurou-se, também, evidenciar para cada estudo o método utilizado para obtenção dos dados, o local preciso da coleta, bem como o período de sua realização.

## PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA

Existem diversos parâmetros disponíveis para avaliação da qualidade da água, sejam eles provenientes de legislações acerca do tema, emitidas por órgãos competentes, como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) ou, a nível estadual como no caso do estado do Rio Grande do Sul, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (FEPAM), sejam eles desenvolvidos fora do regime legal ambiental. Independentemente disso, constituem importantes padrões para a avaliação da qualidade hídrica.

Dentre os padrões destacados por Pereira (2004), apontamos os parâmetros químico, físico e biológico como os principais e costumeiramente destacados. Dentro do primeiro grupo, classificam-se a temperatura, a cor, o sabor e o odor. Alguns dos parâmetros químicos disponíveis são: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO),

<sup>1</sup> Dados do monitoramento do Arroio Dilúvio, do Departamento Municipal de Águas e Esgotos, de Porto Alegre, recebidos por e-mail de Allan Guedes Pozzebon, em 15/10/2014.

demanda química de oxigênio (DQO), compostos nitrogenados, óleos e outros elementos químicos, compostos ou não. Exemplos de parâmetros biológicos são os coliformes, não somente os fecais, muito embora estes tenham maior significância em relação aos outros no que diz respeito à avaliação qualitativa da água. “[...] Coliformes fecais são bons indicadores de qualidade das águas em termos de poluição por efluentes domésticos. ” (BAUMGARTEN; POZZA<sup>2</sup>, 2001 apud PEREIRA, 2004, p. 32).

Em geral, as características de cada tipo de poluição são analisadas conforme fatores específicos seguindo a seguinte lógica:

- a) Químicos: substâncias orgânicas e inorgânicas;
- b) Físicos: sólidos, gases e temperatura;
- c) Biológicos: vida vegetal, animal e organismos unicelulares.

A Seção II do Capítulo III (Das Condições e Padrões de Qualidade das Águas) da Resolução nº 357 se reserva à classificação das águas doces do território nacional em padrões distintos, segundo os limites de cada substância por ela elencada, tendo sido estabelecidas cinco classes distintas (BRASIL, 2012). Devido aos interesses desse trabalho, apresentamos abaixo alguns desses limites e o consequente enquadramento de corpos d’água que os atendam (tabela 1):

---

<sup>2</sup> BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. Qualidade de Águas. Descrição de Parâmetros Químicos referidos na Legislação Ambiental. Rio Grande: Editora da FURG, 2001. 166p.

**Tabela 1** – Alguns valores limite de parâmetros para cada classe de água doce

Classes de enquadramento	Sólidos Dissolvidos Totais (mg/l)	Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT)	Oxigênio Dissolvido (OD) (1) (mgO <sub>2</sub> /l)	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (mgO <sub>2</sub> /l)
Classe 1	500	40	6	3
Classe 2	500	100	5	5
Classe 3	500	100	4	10
Classe 4	..	..	2	..

Classes de enquadramento	Nitrogênio Amoniacal Total (2) (mg/l N)	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Fósforo Total (3) (mg/l P)	Coliformes Termotolerantes (col/100ml)
Classe 1	3,7	6,0 a 9,0	0,1	200
Classe 2	3,7	6,0 a 9,0	0,1	1000
Classe 3	13,3	6,0 a 9,0	0,15	4000 (4)
Classe 4	..	6,0 a 9,0	..	..

Fonte: elaborado pelo autor, com base Brasil (2012).

Nota: A classe especial deve manter as condições naturais do corpo de água.

.. Não se aplica dado numérico (a legislação não define esses valores).

(1) Único parâmetro da tabela em que os valores limite são mínimos e não máximos.

(2) Para pH menor ou igual a 7,5.

(3) Para ambientes lóticos (águas continentais moventes), como o arroio Dilúvio.

(4) Considerando os usos menos restritivos da água

## O ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS - IQA

Há índices diversos utilizados para referenciar a qualidade das águas internacionalmente, dentre os quais citamos: “Índice de Horton (1965), Índice NSF-WQI (1970), Índice de Prati (1971), Índice de Harkins (1974);” (OLIVEIRA, 2006, p. 20). No contexto nacional destaca-se o IQA, preconizado pela norte-americana *National Sanitation Foundation* (NSF) e posteriormente adaptado

[...] através de pesquisa de opinião com especialistas, tendo como objetivo principal a utilização das águas para abastecimento público. Foram selecionados nove parâmetros indicadores de qualidade da água para compor o índice e para cada um foi associada uma função de valor, cuja pontuação varia entre zero e cem. (OLIVEIRA, 2006, p. 20).

Ressalta-se, conforme consta no domínio *online* da FEPAM, do Rio Grande do Sul, que “Esta metodologia de avaliação não tem força de lei, mas permite uma rápida e didática visualização do comportamento da qualidade das águas.” (RIO GRANDE DO SUL, [2014?], não paginado). Para efeitos legais, o instrumento pertinente nesse sentido é a Resolução nº 357/05 do CONAMA. No estado do Rio Grande do Sul, o estabelecimento do IQA para a região hidrográfica do Guaíba, realizado por aquele órgão, foi feito

[...] com a retirada do parâmetro temperatura, e utilizando o nitrogênio amoniacal em lugar do nitrato. No seu cálculo são considerados os seguintes parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais, DBO, pH, nitrogênio amoniacal, fosfato total, turbidez, sólidos totais. A adaptação do IQA foi feita por técnicos da Fepam, [Companhia Riograndense de Saneamento Básico] Corsan e [Departamento Municipal de Águas e Esgotos] Dmae, quando da criação da Rede Integrada do Rio dos Sinos, em 1990. (RIO GRANDE DO SUL, [2014?], não paginado).

De acordo com o principal órgão regulador em âmbito nacional, a Agência Nacional das Águas (ANA), o IQA é composto dos seguintes indicadores: OD, coliformes termotolerantes, DBO, pH, nitrogênio total, temperatura da água, fósforo total, turbidez e resíduo total (BRASIL, 2014).

Brasil (2014, não paginado) informa que “O IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento.” Mesmo sendo este o principal indicador em termos de qualidade das águas no Brasil, ele

[...] apresenta limitações, já que este índice não analisa vários parâmetros importantes para o abastecimento público, tais como substâncias tóxicas (ex: metais pesados, pesticidas, compostos orgânicos), protozoários patogênicos e substâncias que interferem nas propriedades organolépticas da água. (BRASIL, 2014, não paginado).

Os pesos relativos de cada parâmetro de qualidade da água para cálculo do IQA podem ser utilizados de maneira alternativa – em relação à original - por algumas instituições nesse campo de pesquisa científica, como é, por exemplo, o caso do DMAE, da cidade de Porto Alegre. Segue abaixo tabela 2 apresentando a distribuição dos pesos por ele utilizada:

**Tabela 2** - Ponderação alternativa para os componentes do IQA

Parâmetro de qualidade da água	Peso ( $w_i$ )
Oxigênio Dissolvido	0,19
Coliformes Fecais	0,17
Potencial Hidrogeniônico	0,13
Demanda Bioquímica de Oxigênio	0,11
Fosfato Total	0,11
Nitrato	0,11
Turbidez	0,09
Sólidos Totais	0,09

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Comitesinos<sup>3</sup> (1993 apud Bendati, 2000).

<sup>3</sup> COMITESINOS. **Aplicação de um Índice de Qualidade da Água no Rio dos Sinos**. Porto Alegre; DMAE, 1993. 59p.



O cálculo do índice consiste na conversão da avaliação ponderada dos parâmetros analisados em uma escala de 0 (zero) a 100 (cem). Então, se aplica a fórmula constante na figura 1:

**Figura 1** - Cálculo do IQA

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Fonte: Brasil (2014, não paginado).

onde:

IQA = Índice de Qualidade das Águas. Um número entre 0 e 100;

$q_i$  = qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

$w_i$  = peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1[...] (BRASIL, 2014, não paginado).

Diante do exposto, segundo disponibilidade de dados e os interesses da pesquisa, buscou-se prioritariamente analisar parâmetros componentes do Índice de Qualidade das Águas (IQA).

## RESULTADOS OBTIDOS PARA O ARROIO DILÚVIO: DADOS DE 1995

Como grande parâmetro inicial de comparação, apresenta-se a seguir dados obtidos há cerca de duas décadas por trabalho de pesquisa realizado por estudantes do curso de pós-graduação em Ecologia, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e publicado por esta instituição em 1995, que permitirão o confronto com outros estudos desenvolvidos mais recentemente.

Conforme especificado em Porto e Oliveira (1995), os sete pontos de controle da cidade de Porto Alegre por onde passa o curso das águas do arroio foram escolhidos por uma questão estratégica, pois se situam em locais de referência, nos cruzamentos do canal d'água com grandes vias da cidade, seguindo as seguintes motivações:

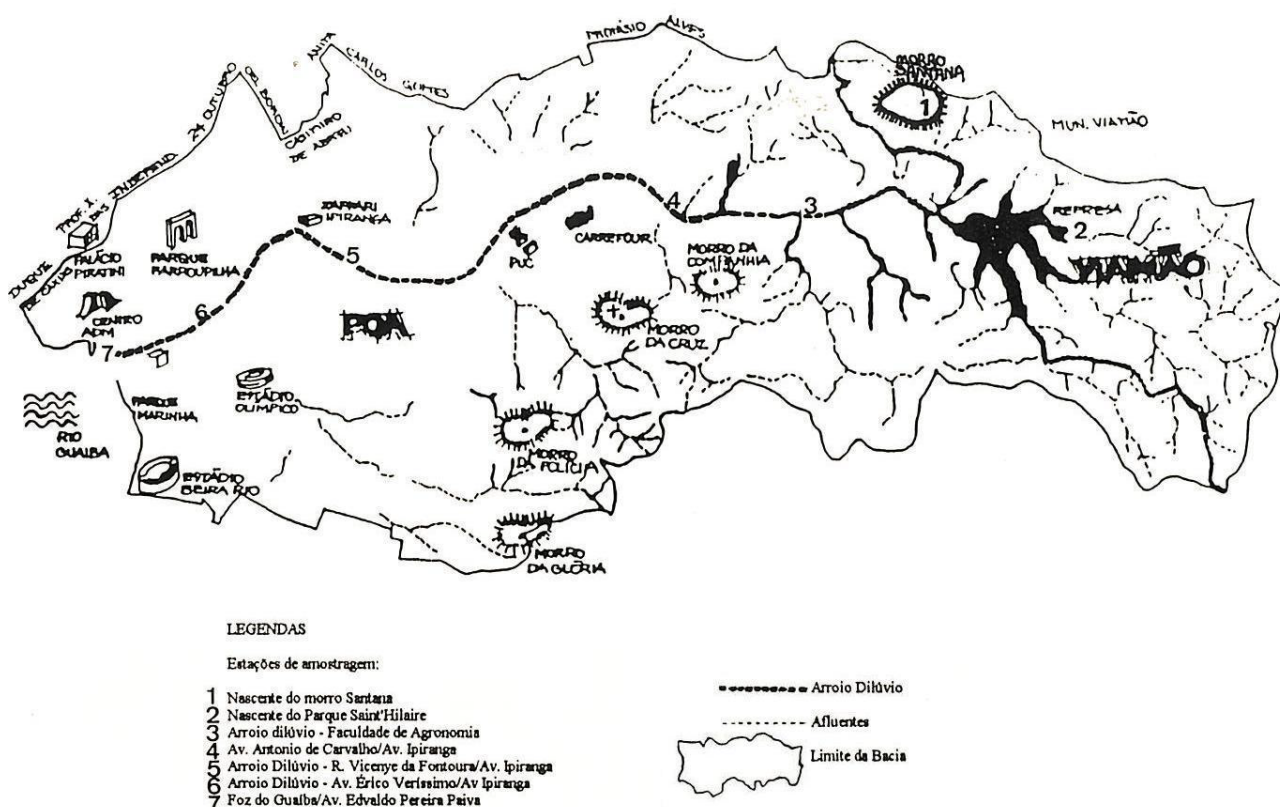
- a) Morro Santana: Ponto controle de qualidade, pois se situa na nascente do arroio;
- b) Parque Saint'Hilaire: Ponto indicador de qualidade a montante da Represa Lomba do Sabão;
- c) Faculdade de Agronomia da UFRGS: Ponto significativo de início do recebimento de contribuições de poluição doméstica, 10,5 Km à montante da foz;



- d) Avenida Antônio de Carvalho: Ponto que delimita o início do trecho canalizado do arroio, à montante da área da cidade de maior urbanização e a 9,5 Km da foz;
- e) Rua Vicente da Fontoura: Ponto que recebe grandes quantidades de esgoto doméstico, 3,7 Km à montante da foz;
- f) Avenida Érico Veríssimo: Ponto próximo à foz que também recebe altas cargas de esgoto;
- g) Avenida Edvaldo Pereira Paiva: Ponto mais próximo à foz (poucas dezenas de metros), de maior volume de água, o qual corre em leito não canalizado.

Segue abaixo a figura 2, contendo a localização de cada estação de controle no leito do arroio:

**Figura 2** – Localização dos pontos de monitoramento (1995)



Fonte: Porto e Oliveira (1995).

Como consta em Porto e Oliveira (1995, p. 13),

O trabalho foi realizado em período de seca, quando as más condições da água são mais evidentes.

Foi efetuada apenas uma campanha de campo, tendo em vista o curto período de tempo disponível para a realização de todo o trabalho (cerca de três meses), o que foi considerado relevante na definição da metodologia adotada.

No entorno das estações de coleta de água, e considerando uma faixa marginal de 100 m, foram realizados os levantamentos de campo, conforme os métodos a seguir descritos.

A coleta de amostras ocorreu de acordo com o que preconiza o Guia Técnico de Coletas de Amostra de Água da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) de 1984 e as análises seguiram metodologia indicada pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de 1989, conforme figura 3, abaixo:

**Figura 3** - Métodos utilizados em cada parâmetro para obtenção dos dados (1995)

Parâmetro analisado	Método adotado
Temperatura	Termômetro de campo
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Determinação potenciométrica da atividade dos íons de hidrogênio
Oxigênio Dissolvido (OD)	<i>Winkler</i> modificado pela azida sódica
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> )	<i>Winkler</i> modificado pela azida sódica, diluição e incubação
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	Titulação com sulfato ferroso amoniacal
Nitrogênio Amoniacal	Titulométrico com destilação prévia
Ortofosfato	Colorimétrico do ácido ascórbico
Coliformes Fecais	Membrana filtrante, com meio de cultura m-Endo Agar e incubação

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Porto e Oliveira (1995).

Apontamos os dados na tabela 3:

**Tabela 3** – Parâmetros de qualidade da água do arroio Dilúvio obtidos em 1995

(continua)

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Temperatura (°C)	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Oxigênio Dissolvido - OD (mgO <sub>2</sub> /l)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)
a) Morro Santana	15,9	6,98	7,7	0
b) Parque Saint'Hilaire	15,7	6,68	7,0	1
c) Faculdade de Agronomia da UFRGS	16,3	6,60	5,0	9
d) Avenida Antônio de Carvalho	18	6,59	5,2	14
e) Rua Vicente da Fontoura	22,4	6,97	3,0	36
f) Avenida Érico Veríssimo	23,2	6,93	1,1	36
g) Avenida Érico Veríssimo	22,5	6,74	0,7	29

122

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Demanda Química de Oxigênio - DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	Nitrogênio Amoniacal - NH <sub>3</sub> (mgNH <sub>3</sub> /l)	Ortofosfato (mgP/l)	Coliformes Fecais (col/100ml)
a) Morro Santana	0	0,85	0	78
b) Parque Saint'Hilaire	1	16,2	0,326	800

**Tabela 3** – Parâmetros de qualidade da água do arroio Dilúvio obtidos em 1995

(conclusão)

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Demanda Química de Oxigênio - DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	Nitrogênio Amoniacal - NH <sub>3</sub> (mgNH <sub>3</sub> /l)	Ortofosfato (mgP/l)	Coliformes Fecais (col/100ml)
c) Faculdade de Agronomia da UFRGS	10	4,9	0,274	1.555
d) Avenida Antônio de Carvalho	22	6,3	0,286	38.000
e) Rua Vicente da Fontoura	50	18,1	0,888	55.000
f) Avenida Érico Veríssimo	74	16	0,888	311.000
g) Avenida Érico Veríssimo	44	13,9	1,4	200.000

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Porto e Oliveira (1995, p. 35).

## RESULTADOS OBTIDOS PARA O ARROIO DILÚVIO: DADOS DE 1996 a 1999

123

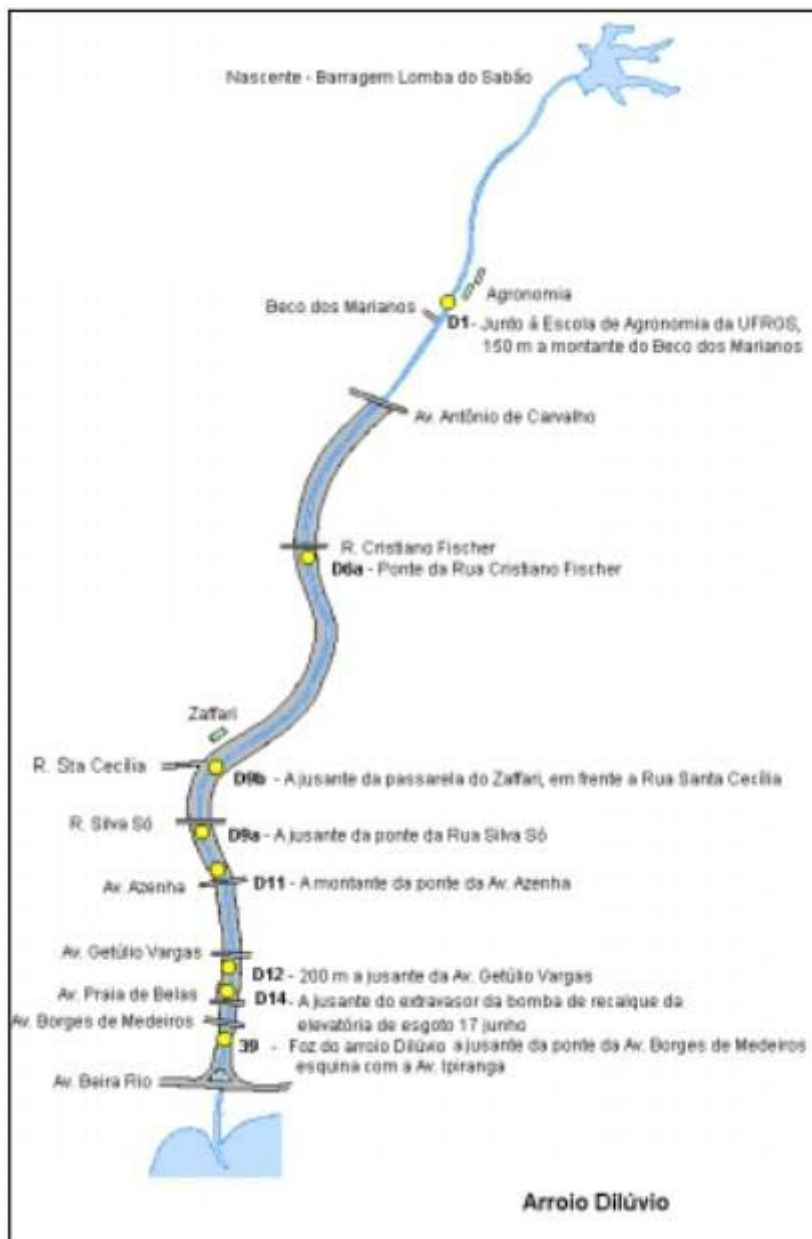
À época do estudo realizado por Morandi e Faria (2002), ainda estava em vigor no Brasil a Resolução nº 20, de 1986, do CONAMA, uma vez que a Resolução nº 357 só viria a ser publicada cerca de três anos depois. Os parâmetros da qualidade da água obtidos, então, foram utilizados para enquadramento conforme o padrão vigente, o que não configura obstáculo para a consecução deste trabalho, uma vez que necessitamos dos dados brutos medidos, e não do enquadramento final do curso d'água em classes.

As estações de amostragem seguem a seguinte distribuição:

- a) D1: Faculdade de Agronomia da UFRGS;
- b) D6a: Rua Professor Cristiano Fischer, ponto anterior ao início do cascadeamento, 7 Km a montante da foz;
- c) D9b: Rua Santa Cecília, a jusante do lançamento do canal São Vicente e 3,5 Km a montante da foz;
- d) D9a: Rua São Manoel, a jusante da Rua Silva Só;
- e) D11a: Avenida da Azenha, 2 Km à montante da foz;
- f) D12: Avenida Getúlio Vargas, 1,25 Km a montante da foz;

- g) D14: Estação de Bombeamento de Esgoto (EBE) Baronesa do Gravataí, 500 m à montante da foz;
- h) 39: Avenida Borges de Medeiros, 375 m à montante da foz;

**Figura 4** – Localização dos pontos de monitoramento (1996 a 1999)



Fonte: Morandi e Faria (2002, p. 11).

Segundo Morandi e Faria (2002, p. 10), os métodos utilizados (figura 5)

[...] seguiram as orientações técnicas do Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água (CETESB, 1988), sendo também observadas as indicações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* [...].

A metodologia analítica empregada no exame das amostras de água seguiu as recomendações do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

(APHA, 1995), à exceção do nitrato, que foi analisado pelo método do ácido fenoldissulfônico [...].

**Figura 5** - Métodos utilizados em cada parâmetro para obtenção dos dados (1996 a 1999)

Característica	Método Analítico
Cor	Platina-cobalto (padrões permanentes)
Sólidos totais, suspensos e dissolvidos	Gravimétrico
Demanda bioquímica de oxigênio	Titulométrico de Winkler com modificação da azida, diluição e incubação por 5 dias a 20°C
Demanda química de oxigênio	Refluxo aberto com dicromato de potássio
Oxigênio dissolvido	Titulométrico de Winkler com modificação da azida
Nitrogênio amoniacal e orgânico	Colorimétrico de Nessler ou titulométrico com ácido sulfúrico
Nitrito	Colorimétrico da sulfanilamida e N-(1-Naftil) etilenodiamina
Nitrato	Colorimétrico do ácido fenoldissulfônico
Nitrogênio total	Colorimétrico de Nessler ou titulométrico com ácido sulfúrico
Fosfato total	Colorimétrico do ácido ascórbico
pH	Eletrométrico
Sulfeto	Colorimétrico do azul de metileno
Coliformes totais e fecais	Tubos múltiplos

Fonte: Morandi e Faria (2002, p. 10).

A respeito do período durante o qual foi realizado o monitoramento da qualidade da água do arroio Dilúvio nos pontos supracitados, destacamos a informação das autoras (MORANDI; FARIA, 2002, p. 10) de que o “[...] programa de monitoramento das águas do arroio Dilúvio, realizado com frequência (sic) trimestral, teve início em janeiro de 1996 e estendeu-se até o final de 1999.”

Na tabela 4, estão apresentados os valores obtidos em cada parâmetro de qualidade da água observado.

**Tabela 4** - Parâmetros de qualidade da água do arroio Dilúvio obtidos entre 1996 e 1999

(continua)

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Sólidos Dissolvidos (mg/l)	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Oxigênio Dissolvido - OD (mgO <sub>2</sub> /l)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)
a) D1: Faculdade de Agronomia da UFRGS	171	7,5	5,1	7,6
b) D6a: Rua Professor Cristiano Fischer	174	7,7	6	17,7
c) D9b: Rua Santa Cecília	188	7,7	4,7	29,2
d) D9a: Rua São Manoel	183	7,7	4,5	27,8
e) D11a: Avenida da Azenha	180	7,6	3,4	21,5
f) D12: Avenida Getúlio Vargas	186	7,6	3,3	31,8
g) D14: EBE Baronesa do Gravataí	180	7,6	3,3	31,3
h) 39: Avenida Borges de Medeiros	188	7,5	3	34,3

126

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Demanda Química de Oxigênio - DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	Nitrogênio Amoniacal (mgN/l)	Fosfato Total (mgPO <sub>4</sub> /l)	Coliformes Fecais (NMP/100ml)
a) D1: Faculdade de Agronomia da UFRGS	33,7	6,49	1,60	72.458
b) D6a: Rua Professor Cristiano Fischer	73,6	10,09	3,59	525.525
c) D9b: Rua Santa Cecília	98,5	10,3	6,20	1.116.831
d) D9a: Rua São Manoel	94	10,18	5,65	1.179.277
e) D11a: Avenida da Azenha	70,2	9,72	4,36	1.071.503
f) D12: Avenida Getúlio Vargas	77,6	10,62	5,27	911.625



**Tabela 4** - Parâmetros de qualidade da água do arroio Dilúvio obtidos entre 1996 e 1999  
(conclusão)

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Demanda Química de Oxigênio - DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	Nitrogênio Amoniacal (mgN/l)	Fosfato Total (mgPO <sub>4</sub> /l)	Coliformes Fecais (NMP/100ml)
g) D14: EBE Baronesa do Gravataí	87,2	10,75	3,96	595.485
h) 39: Avenida Borges de Medeiros	93,2	10,94	4,56	888.119

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Morandi e Faria (2002).

Nota: Valores indicados referem-se às médias calculadas para o período.

## RESULTADOS OBTIDOS PARA O ARROIO DILÚVIO: DADOS DE 2010

Atendendo à solicitação dos autores, o DMAE disponibilizou dados técnicos obtidos pelo monitoramento permanente que a instituição realiza no principal arroio da cidade, com amostras coletadas todos os meses do ano. Por conveniência deste trabalho, foram utilizadas informações de dois pontos de coleta, cuja localização foi dada acima, na figura 4:

- D1: Faculdade de Agronomia da UFRGS;
- 39: Avenida Borges de Medeiros, 375 m à montante da foz;

Os métodos utilizados foram os mesmos indicados na figura 5 e permitiram que fossem alcançados os resultados apontados na tabela 5, que segue:

**Tabela 5** - Parâmetros de qualidade da água do arroio Dilúvio obtidos em 2010

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Turbidez (NTU)	Oxigênio Dissolvido - OD (mgO <sub>2</sub> /l)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)
a) D1: Faculdade de Agronomia da UFRGS	7,25	7,25	4,85	10,2
b) 39: Avenida Borges de Medeiros	7,27	7,9	2,85	20

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Demanda Química de Oxigênio - DQO (mgO <sub>2</sub> /l)	Nitrogênio Amoniacal - NH <sub>3</sub> (mgNH <sub>3</sub> /l)	Fósforo Total (mgP/l)	Coliformes Fecais (col/100ml)
a) D1: Faculdade de Agronomia da UFRGS	19,25	11,42	0,92	150.000
e) 39: Avenida Borges de Medeiros	61,34	10	1,12	422.500

Fonte: elaborado pelos autores, com base em dados fornecidos pelo DMAE.

Nota: Valores indicados referem-se às médias calculadas para o período.

## RESULTADOS OBTIDOS PARA O ARROIO DILÚVIO: DADOS DE 2011

A fim de determinar o IQA de pontos do arroio Dilúvio entre novembro e dezembro de 2011, foi realizado um projeto de pesquisa por estudantes do curso de Engenharia Ambiental da UFRGS, ao cabo do qual foi publicado relatório no Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) dessa instituição.

A respeito das estações de controle, informamos a relação abaixo, com breve explicação do porquê da escolha de cada ponto, seguida da figura 6, que indica no mapa as respectivas localizações (GUERRA, 2012):

- a) Nascente, no parque Saint'Hilaire;
- b) Avenida Antônio de Carvalho, na esquina com a Avenida Ipiranga, que o Atlas define como o limite inicial da região de médio grau de poluição;
- c) Rua Professor Cristiano Fischer, na esquina com a Avenida Ipiranga, por ser um ponto logo à montante do campus da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS);
- d) Rua Vicente da Fontoura, esquina com a Avenida Ipiranga, que se define como o limite inicial da região de alto grau de poluição;
- e) Avenida Silva Só, equina com a Avenida Ipiranga, por ser, a princípio, o ponto mais alto em que as águas do Guaíba chegam;

**Figura 6** – Localização dos pontos de monitoramento (1996 a 1999)



Fonte: Guerra (2012, p.22).

No trabalho de Guerra (2012, p.22), a metodologia para obtenção dos dados em cada parâmetro foi empregada conforme sintetizado na figura 7:

**Figura 7** - Métodos utilizados em cada parâmetro para obtenção dos dados (2011)

Parâmetro analisado	Método adotado
Potencial Hidrogeniônico (pH)	Sonda multiparâmetro Hach
Oxigênio Dissolvido (OD)	
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO <sub>5,20</sub> )	Sistema Oxitop®
Nitrogênio Total	Kjeldahl
Nitrito	Cromatógrafo iônico 882 Compact IC Plus
Nitrato	
Fosfato	Cloreto estanoso
Sólidos Totais	Glavimétrico
Coliformes Fecais	Colilert®

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Guerra (2012).

Os índices IQA foram calculados através da utilização dos valores dos parâmetros encontrados com a pesquisa e constantes na tabela 6, abaixo:

**Tabela 6** - Parâmetros de qualidade da água do arroio Dilúvio obtidos em 2011

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Sólidos Totais (mg/l)	Turbidez (NTU)	Oxigênio Dissolvido - OD (mgO <sub>2</sub> /l)	Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO <sub>5,20</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)
a) Nascente	164	12,98	4,9	1
b) Avenida Antônio de Carvalho	269	9,83	5,73	46,8
c) Avenida Professor Cristiano Fischer	244	15,15	4,98	72,8
d) Rua Vicente da Fontoura	260	15,85	3,43	28,8
e) Avenida Silva Só	299	21,19	4,35	40

Pontos de monitoramento	Parâmetros de qualidade da água analisados			
	Nitrato (mgN/l)	Nitrogênio Total (mg/l)	Fósforo Total (mgP/l)	Coliformes Fecais (col/100ml)
a) Nascente	0	1,25	...	207
b) Avenida Antônio de Carvalho	4,42	14,84	1,4	383.450
c) Avenida Professor Cristiano Fischer	4,24	15,32	1,29	179.378
d) Rua Vicente da Fontoura	3,6	14,43	1,66	408.205
e) Avenida Silva Só	2,8	14,6	1,96	511.360

Fonte: elaborado pelos autores, com base em Guerra (2012).

Nota: ... Dado numérico não disponível.

O resultado da pesquisa indicou os valores abaixo relacionados para IQA, calculados pela média das amostras e considerando o padrão de classificação originalmente adaptado pela CETESB (que **não** é adotado pelo estado do Rio Grande do Sul):

- a) Nascente: 58 (Boa)
- b) Av. Antônio de Carvalho: 29 (Ruim)
- c) Rua Professor Cristiano Fischer: 31 (Ruim)
- d) Rua Vicente da Fontoura: 27,5 (Ruim)
- e) Av. Silva Só: 25 (Ruim)

Atribuindo-se os valores absolutos expostos acima à tabela de conversão comumente utilizada pelo Rio Grande do Sul, segundo Brasil (2014), haveria duas mudanças: a qualidade da nascente teria sua nova classificação fixada em “**Razoável**”; e na Avenida Silva Só a classificação ficaria no limiar entre “**Ruim**” e “**Péssimo**”. As demais permaneceriam em “**Ruim**”.

## ANÁLISE HISTÓRICA E TRATAMENTO DOS DADOS

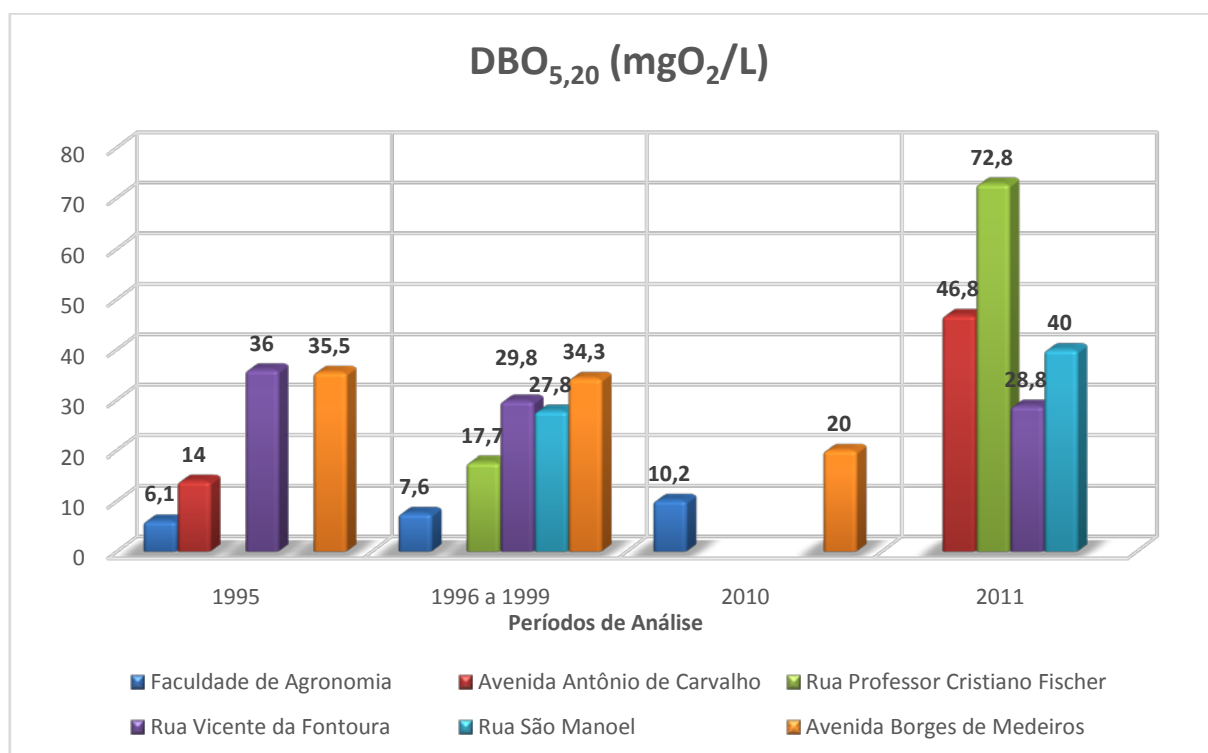
Analisando-se toda a série dos dados coletados acerca das condições da água do arroio Dilúvio de 1995 até 2011, podemos inferir que, à luz do que prevê a Resolução 357/2005 do CONAMA (BRASIL, 2012), os parâmetros de qualidade cujos resultados mais a afasta das melhores classes de enquadramento são aqueles relacionados diretamente aos despejos de esgoto doméstico, razão pela qual alguns deles serão aqui tratados com prioridade. A constante e elevada presença de coliformes fecais nas amostras coletadas, que diretamente se relacionam com a alta incidência de fósforo, bem como os acentuados índices encontrados a respeito da DBO, intimamente associados aos baixos coeficientes de OD, destacaram-se negativamente na visão dos autores deste trabalho.

Para fins de referência, será utilizada, nesta pesquisa, a **classe 3** de enquadramento, mais especificamente tomando como pilares os parâmetros discriminados no parágrafo acima, para estimativa da distância compreendida entre o panorama de poluição apresentado e os respectivos valores limites dessa classe. Tal escolha se justifica pela definição precisa dos limites dos valores de cada parâmetro e pela opção por um enquadramento menos utópico entre as alternativas disponíveis. Ressaltamos que a impossibilidade de enquadrar um corpo d’água nessa classe restringe o uso de suas águas apenas às seguintes destinações: navegação e harmonia paisagística (BRASIL, 2012).

Os dados abaixo retratados em gráficos se originam dos resultados de laboratório obtidos a partir das amostras coletadas nos estudos referidos neste trabalho, além de dados fornecidos pelo DMAE referentes a 1995 e 2010.

Durante o período de análise, se verificou crescimento dos valores referentes à demanda bioquímica de oxigênio, ou ainda, a manutenção dos valores em patamares semelhantes, e ao mesmo tempo elevados, nas diversas estações de controle. A figura 8 permite a visualização desse comportamento.

**Figura 8** – Gráfico da evolução do comportamento da DBO



Fonte: elaborado pelos autores, com base em Porto e Oliveira (1995), Morandi e Faria (2002), Guerra (2012) e dados fornecidos pelo DMAE.

A respeito do gráfico acima, verificamos que somente dois dados permitiriam enquadramento da água na Classe 3, pelo parâmetro da DBO, ambos coletados em um dos pontos mais próximos à nascente, em 1995 e entre 1996 e 1999.

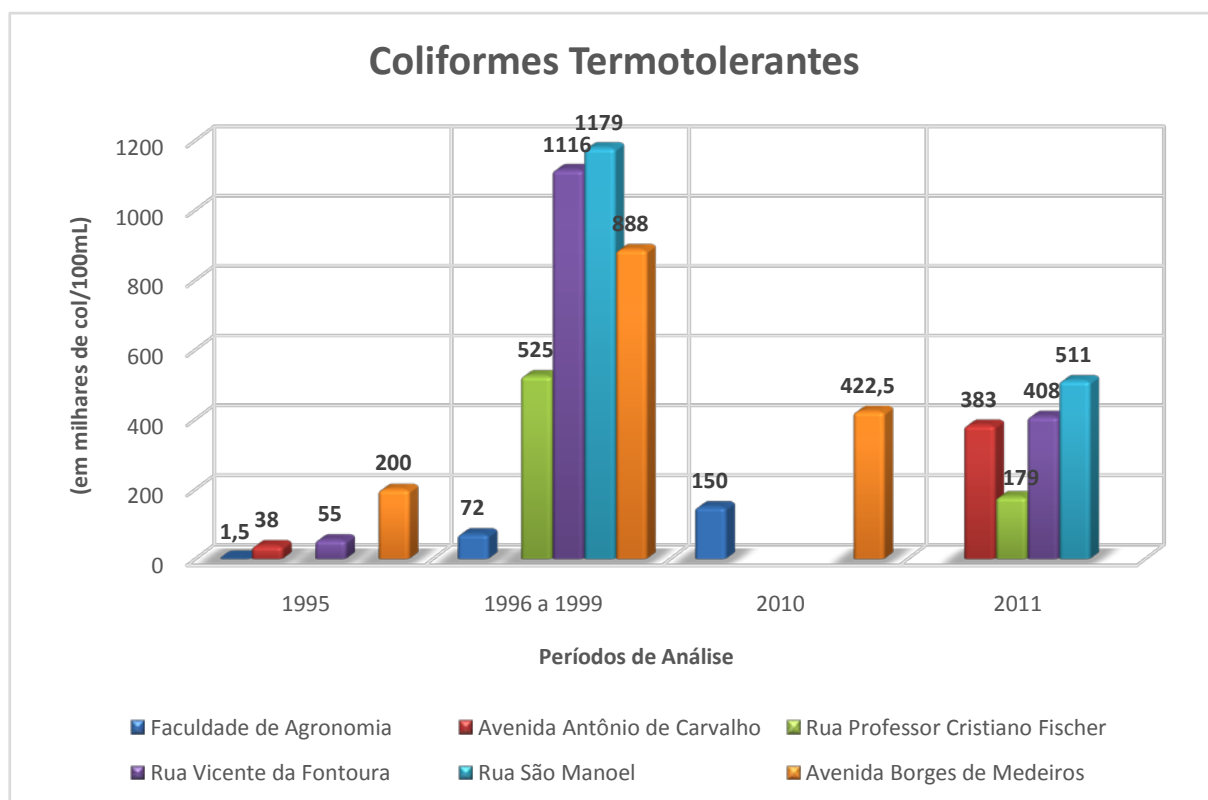
Corroborando as informações trazidas acima sobre a alta variabilidade apresentada pelos dados desse parâmetro, Porto Alegre (2009) referencia o impacto positivo da implantação de redes separadoras de esgoto, além de coletores tronco, interceptores e emissários de esgotos domésticos, como as redes ligadas ao Canal São Vicente entre 2007 e 2008. Nas estações de controle mais

próximas e à jusante do deságue dos esgotos pluviais desse canal no arroio<sup>4</sup>, foi verificada uma melhora de 62,6% nos índices médios encontrados entre as fases anterior (entre 2005 e 2007) e posterior (meses de 2008) à implantação das redes.

Desde então e até a atualidade, muitos investimentos na implantação de redes separadoras, coletores troncos, interceptores e emissários de esgotos domésticos têm sido aplicados pelo DMAE na bacia do arroio Dilúvio com vistas à sua despoluição (PORTO ALEGRE, 2009, p. 2).

Em virtude disso, é previsível o resultado apresentado na figura 9, com os dados coletados de coliformes totais, em suas respectivas variações por época e por estação de controle, todos eles, ainda assim bastante acima dos limites propostos como referência:

**Figura 9** – Gráfico da evolução do comportamento dos Coliformes Termotolerantes



Fonte: elaborado pelos autores, com base em Porto e Oliveira (1995), Morandi e Faria (2002), Guerra (2012) e dados fornecidos pelo DMAE.

A desproporção observada entre o valor limite de quatro mil coliformes/100mL - para enquadramento na Classe 3 - e os valores detectados para o arroio Dilúvio nas condições expostas no gráfico acima é vultuosa. Apenas um dado (obtido em 1995) permitiria este enquadramento por esse parâmetro, o que revela que nos últimos anos o arroio Dilúvio vem sendo o

<sup>4</sup> 3,5 km a montante da foz do arroio Dilúvio.



destino de despejo de grandes cargas de esgoto cloacal doméstico, não obstante a implementação das supramencionadas medidas visando a sua despoluição.

Nessa mesma linha, complementa Porto Alegre (2009, p. 13) ao afirmar que

O passivo ambiental gerado pelo longo período de lançamento de esgotos não tratados no arroio Dilúvio e a própria natureza da bacia de contribuição, ainda não permitiram, em curto prazo, reduzir as concentrações de DBO, [Fósforo Total] P-TOTAL e [*Escherichia coli*] ECOLI, a valores compatíveis com aqueles preconizados a condição de classe 2 da Resolução CONAMA nº 357.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo acerca dos parâmetros de qualidade da água e da evolução temporal dos respectivos valores encontrados ao longo do curso do arroio Dilúvio em Porto Alegre/RS permite afirmar que a poluição, eminentemente aquela proveniente dos esgotos domésticos, tornou-se um problema crônico nas últimas décadas.

Tanto sob a ótica do IQA, quanto do enquadramento por classes do CONAMA, os baixos padrões obtidos pela qualidade da água do arroio Dilúvio muito se afastam das características naturais de outrora.

O estudo sugere a necessidade de intervenção governamental, através de políticas públicas, ações de gestão e planejamento, a fim de promover desenvolvimento sustentável e preservação da biodiversidade local, sob pena do aprofundamento do processo de degradação ambiental que o crescimento da urbanização implica à sua própria população.

## REFERÊNCIAS

BENDATI, Maria Mercedes et al. Avaliação da qualidade da água do lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) como suporte para a gestão da bacia hidrográfica. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Abes, 2000. Não paginado. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/v-076.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março 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. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resoluções do CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012.** Edição especial. Brasília, 2012. p. 374-400. Disponível em: <



<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf> >. Acesso em: 19 set. 2014.

\_\_\_\_. Agência Nacional das Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Indicadores de qualidade**: índice de qualidade das águas (IQA). 2014. Não paginado. Disponível em: < <http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx> >. Acesso em: 18 set. 2014.

GUERRA, Teresinha (Org.). **Relatório de estágio em educação ambiental**: estudos de arroios urbanos de Porto Alegre como base para educação ambiental. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, 2012.

MENEGAT, Rualdo; KIRCHHEIM, Roberto Eduardo. Lagos, rios e arroios: as doces águas da superfície. In: MENEGAT, Rualdo et al. (Org.). **Atlas ambiental de Porto Alegre**. 3. ed. Porto Alegre: Editora da Ufrgs, 2006. p. 35-42.

MORANDI, Iara Conceição; FARIA, Carla Marques. A difícil recuperação de arroios em áreas urbanas: Arroio Dilúvio - Porto Alegre/RS. **Ecos: Pesquisa**, Porto Alegre, v. 3, n. 6, p.7-22, maio 2002.

OLIVEIRA, Othon Fialho de. **Modelo para negociar as alternativas de gestão de bacias**: o caso do programa Pró-Dilúvio em Porto Alegre. 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, Porto Alegre, 2006.

PEREIRA, Régis da Silva. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-36, jul./dez. 2004. Disponível em: < <http://www.abrh.org.br/informacoes/rerh.pdf> >. Acesso em: 08 set. 2014.

PORTO, Maria Luiza; OLIVEIRA, Paulo Luiz (Org.). **Avaliação preliminar das condições ambientais da bacia do Arroio Dilúvio, em Porto Alegre/RS, com ênfase na qualidade da água**. Porto Alegre: Instituto de Biociências, UFRGS, 1995.

PORTO ALEGRE. Departamento Municipal de Águas e Esgotos. Prefeitura Municipal. **A melhoria da qualidade da água do arroio Dilúvio (sub-bacia D-11, Porto Alegre / RS) e sua relação com as ligações de esgoto no sistema separador absoluto do DMAE**. 2009. Disponível em: < [http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu\\_doc/laudo\\_diluvio\\_d11\\_n\\_14\\_2009\\_dvp.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmae/usu_doc/laudo_diluvio_d11_n_14_2009_dvp.pdf) >. Acesso em: 14 out. 2014.

\_\_\_\_. Departamento de Esgotos Pluviais. Prefeitura Municipal. **O Arroio Dilúvio**. 2014. Não paginado. Disponível em: < [http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p\\_secao=71](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=71) >. Acesso em: 27 out. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Qualidade ambiental**: região hidrográfica do Guaíba.

[2014?]. Não paginado. Disponível em: < <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqagua.asp> >. Acesso em: 10 set. 2014.

SILVEIRA, Jacira Cabral da. Turvo destino das águas. **Jornal da Universidade**, Porto Alegre, n. 167, jan./fev. 2014. Caderno JU, nº 16, p. 1-3.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS) (Org.). **Programa de revitalização da bacia do Arroio Dilúvio**: Plano de ação. Porto Alegre: [s.n.], 2012.

Recebido em: 15/12/2015  
Aceito em: 22/01/2016