

## QUALIDADE DA ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS GRAM-NEGATIVAS ISOLADAS DO ARROIO DILÚVIO, PORTO ALEGRE, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

OLIVEIRA, Daniele Vargas<sup>†</sup>; SILVA, Tiele Carvalho da<sup>\*\*</sup>; ZANIN, Julie Graziela<sup>\*\*\*</sup>; NACHTIGALL, Gisele<sup>\*\*\*\*</sup>; MEDEIROS, Aline Weber<sup>\*\*\*\*\*</sup>; FRAZZON, Ana Paula Guedes<sup>\*\*\*\*\*</sup>; VAN DER SAND, Sueli Teresinha<sup>\*\*\*\*\*</sup>

### Resumo

O Arroio Dilúvio faz parte de uma importante bacia do município de Porto Alegre, RS, possuindo 17.605 m de extensão, sendo a nascente no município de Viamão e deságue no Lago Guaíba. Recebe vários tipos de dejetos oriundos de esgoto pluvial, doméstico e hospitalar. Dessa forma, o Arroio recebe, junto com os despejos, uma população microbiana bastante diversificada. O objetivo do presente estudo foi avaliar a diversidade da população bacteriana Gram-negativa presente no Arroio e avaliar a qualidade das suas águas, buscando identificar e caracterizar esta população microbiana. As coletas ocorreram em cinco pontos distintos do Arroio nas diferentes estações do ano. As amostras coletadas passaram por isolamento da população bacteriana por meio da semeadura em placas contendo diferentes meios de cultura seletivos. A qualidade da água foi avaliada utilizando-se o teste colimétrico pela técnica de tubos múltiplos, contagem de bactérias heterotróficas e análise físico-química da água. A identificação foi realizada seguindo provas bioquímicas específicas para os grupos de bactérias Gram-negativas. Os resultados mostraram que quanto mais próximo da foz do Arroio, maiores foram os valores de coliformes totais. Quanto aos dados referentes aos índices de

<sup>†</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul; danioliveira82@gmail.com

<sup>\*\*</sup> Mestranda no Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul; tielecarvalho@hotmail.com

<sup>\*\*\*</sup> Mestranda no Programa de Pós-graduação em Fitotecnia; july\_grazy@yahoo.com.br

<sup>\*\*\*\*</sup> Mestre em Microbiologia Agrícola e do Ambiente pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; gi\_n@hotmail.com

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Microbiologia Agrícola e do Ambiente na Universidade Federal do Rio Grande do Sul; alinewm@gmail.com

<sup>\*\*\*\*\*</sup> Doutora em Biologia Celular pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Professora do Departamento de Microbiologia, Imunologia, Parasitologia no Instituto de Ciências Básicas da Saúde na Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ana.frazzon@ufrgs.br

<sup>\*\*\*\*\*</sup> PHD pela Universidade of Manchester Institute of Science and Technology, Manchester, Inglaterra; Professora do Departamento de Microbiologia, Imunologia e Parasitologia no Instituto de Ciências da Saúde na Universidade Federal do Rio Grande do Sul; svands@ufrgs.br

coliformes termotolerantes, os valores variaram no decorrer dos pontos de coleta e do período das coletas. Na contagem das bactérias heterotróficas foi observada uma pequena variação no número de Unidades Formadoras de Colônias (UFCs) principalmente em relação à nascente para os demais pontos de coleta. Após a identificação bacteriana, foi observada a prevalência de bactérias da família *Enterobacteriaceae* e dentro desta o gênero *Escherichia* foi o mais encontrado.

Palavras-chave: Qualidade da água. Arroio Dilúvio. Bactérias Gram-negativas.

### ***Water quality and Gram-negative bacteria in the Dilúvio stream, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil***

#### **Abstract**

*The Dilúvio stream is part of a large watershed in the city of Porto Alegre. The stream is 17,605 m long; its headwaters are located in the city of Viamão, and its outlet in Lake Guaíba. The Stream receives runoff from rain, and domestic and hospital waste, which carry a highly diverse microbial population. This study evaluated the diversity of the Gram-negative bacteria population present in the Stream, and also the water quality. Samples were taken at five different points in the Stream, and in different seasons. The water samples were seeded on plates containing different selective media. The bacterial colonies were isolated onto the same media from where they were taken. The water quality was assessed by physical and chemical analyses, colimetric testing through the multiple-tube fermentation technique, and counting of heterotrophic bacteria. The bacteria were identified by specific biochemical tests for the groups of Gram-negative bacteria. The samples from points closer to the mouth of the Stream showed higher total coliforms. The contents of thermotolerant coliforms varied along the collecting points and with the collection period. The counts of heterotrophic bacteria indicated a slight variation in the number of Colony Forming Units (CFUs), mainly between the point at the headwater spring and the other collection points. The predominant bacteria were from the family Enterobacteraceae, of which the genus Escherichia was the most common.*

*Keywords: Water quality. Dilúvio Stream. Gram-negative bacteria.*

## **1 INTRODUÇÃO**

Os recursos hídricos foram considerados, durante muito tempo, como inesgotáveis e abundantes, recebendo todo o tipo de despejos poluidores, o que acabou por favorecer o mau uso, o desperdício e a contaminação biológica das águas. O crescimento da população e da indústria faz com que os recursos hídricos passem por uma pressão para a constante renovação de suas águas, como se toda essa poluição fosse parte do corpo-d'água.

A água é um dos recursos naturais indispensáveis para a existência dos seres vivos, porém, as intensas atividades antrópicas produzem muitos poluentes e quando lançados nos recursos hídricos causam sérios problemas ambientais (BARBOSA; CAMINHA; PAZ 2007; NASCIMENTO; NAIME, 2009). A quantidade e a qualidade da água disponível para os diferentes usos como o abastecimento público e industrial, a irrigação, o esporte e o lazer podem atuar como determinantes

no desenvolvimento econômico e social das cidades, podendo limitar o crescimento populacional (BERTOLDO; RIGHES; MORTARI, 2004; VIEIRA; MOURA; GIL, 2006).

A água serve como veículo de transmissão de doenças causadas por parasitas e microrganismos, as chamadas doenças de veiculação hídrica, tornando-se um risco à saúde e ao bem-estar da população (MOURA; ASSUMPÇÃO; BISCHOFF, 2009). Entre as mais comuns estão as doenças diarreicas, sendo responsáveis por muitas mortes nos países em desenvolvimento, como o Brasil. De acordo com a Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde, a situação epidemiológica da doença diarreica aguda entre os anos 2000 e 2007 foi de 39.757 óbitos por diarreia e gastroenterite no Brasil (BRASIL, 2011).

Alguns indicadores microbiológicos têm sido utilizados mundialmente para a verificação da contaminação dos recursos hídricos, em que os coliformes fecais e os enterococos têm sido usados como indicadores de poluição fecal oriunda de fezes humanas e de animais de sangue quente (SINTON; FINLAY; HANNAH, 1998; MORAIS et al., 2001; SHIBATA et al., 2004; AHMED; NELLER; KATOULI, 2005).

As determinações da origem da poluição fecal e das espécies bacterianas existentes nas águas são um fator importante no manejo e controle de qualidade das fontes de água, podendo indicar as fontes poluidoras das águas superficiais (VILANOVA et al., 2002).

O Arroio Dilúvio atravessa o município de Porto Alegre, possui 17.605 m de extensão, sendo 12.000 m canalizados. Nasce no município de Viamão, abastece a Barragem Lomba do Sabão e vai desaguar no Lago Guaíba, o manancial de abastecimento de água de Porto Alegre, RS. Ele percorre 10 bairros altamente urbanizados e recebe anualmente 50.000 m<sup>3</sup> de detritos ao longo do seu curso.

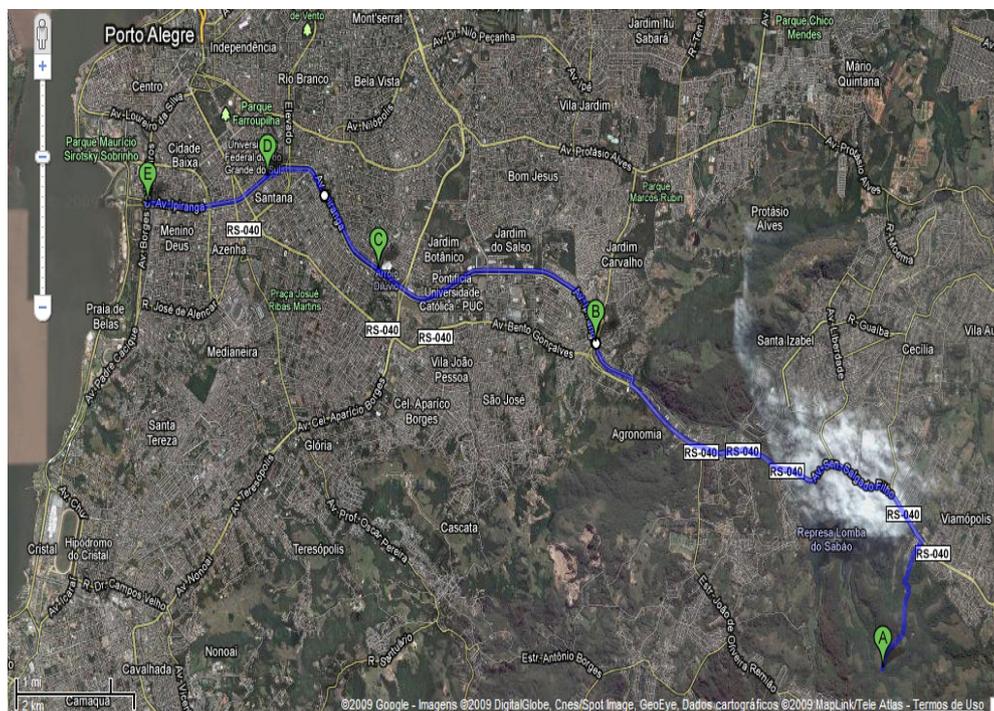
Em razão da importância do Arroio Dilúvio para a cidade de Porto Alegre, o presente trabalho teve como objetivo, identificar as bactérias Gram-negativas presentes nas águas do Arroio e avaliar a qualidade da água no que se refere à concentração de coliformes e bactérias heterotróficas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL DE AMOSTRAGEM

Amostras de água do Arroio Dilúvio foram coletadas no período de janeiro a dezembro de 2009, em cinco pontos distintos ao longo do Arroio, desde a sua nascente na Lomba do Sabão até o seu deságue no Lago Guaíba, sendo eles: Ponto A – Parque Saint’ Hilaire; Ponto B – Av. Antônio de Carvalho; Ponto C – Rua Guilherme Alves; Ponto D – Av. Ramiro Barcelos; e Ponto E – Av. Borges de Medeiros, conforme indicados no Mapa 1.

Mapa 1- Mapa dos cinco pontos de coleta ao longo do curso do Arroio Dilúvio em Porto Alegre, RS



Fonte: Google Maps.

## 2.2 ISOLAMENTO E IDENTIFICAÇÃO BIOQUÍMICA DOS ISOLADOS

Em cada ponto de coleta dois litros de água foram coletados. As amostras foram mantidas, sob refrigeração, até a realização das análises microbiológicas. Uma alíquota para a análise dos parâmetros físico-químicos foi encaminhada ao Laboratório de Análises de Solo na Faculdade de Agronomia. Na avaliação físico-química, os parâmetros avaliados foram: Demanda Biológica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), os metais pesados selênio, cobalto, cádmio, níquel, chumbo, zinco, cromo e mercúrio.

Os isolamentos bacterianos foram realizados em diferentes meios de cultura: ágar Salmonella-Shigella (SS), ágar cetrímide e ágar eosina azul de metileno (EMB). As amostras sofreram diluições seriadas e 100µL das diferentes diluições foram semeadas em duplicata por meio da técnica de espalhamento em superfície com o auxílio de alça de Drigalski (ANTUNES, 1995). As placas foram incubadas à temperatura de 37 °C por 24-48 h. Após o crescimento, as colônias foram esgotadas em placas contendo o mesmo meio de cultura de origem.

Após o isolamento, as colônias foram submetidas à coloração de Gram, para confirmar a pureza da colônia e que estas eram Gram negativas. A próxima etapa foi a identificação dos diferentes isolados utilizando os testes bioquímicos para a identificação das bactérias Gram-negativas como: oxidase, catalase, ágar tríplice açúcar ferro (TSI), citrato, oxidação-fermentação (OF), SIM, fenilalanina, glicose, lactose e ureia. A identificação foi realizada segundo Holt et al., (1984).

## 2.3 TESTE COLIMÉTRICO – TÉCNICA DOS TUBOS MÚLTIPLOS

O teste colimétrico foi determinado por meio do Número Mais Provável (NMP) de bactérias do grupo coliformes totais e fecais, utilizando-se da técnica de tubos múltiplos com séries de cinco tubos (BRASIL, 2006). Para a realização deste teste foram utilizadas as amostras na diluição  $10^{-1}$  nas coletas 1 e 2, e a diluição  $10^{-3}$  nas coletas 3 e 4.

## 2.4 BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS

O número de bactérias heterotróficas presente nas amostras foi determinado semeando-se 100µL de cada amostra em placas contendo o meio de cultura ágar padrão para a contagem (PCA). As placas foram incubadas em estufa a 37° C por 24/48 h. As placas que apresentaram entre 30 e 300 unidades formadoras de colônia (UFC) foram consideradas. As placas fora deste padrão foram descartadas.

## 3 RESULTADOS

As amostras de água do Arroio foram coletadas em quatro períodos distintos do ano, nos pontos anteriormente especificados e submetidas à análise. No teste de colimetria foi observado um aumento no número de coliformes totais e uma variação do número de coliformes termotolerantes, à medida que os pontos se distanciavam da nascente do Arroio (Tabela 1). Quanto mais próximo da foz do Arroio, maiores foram os valores de coliformes totais (Tabela 1). Somente um ponto divergiu desse comportamento; na coleta 3, no ponto E, o índice foi de  $6 \times 10^4$  NMP/100 mL enquanto que no ponto D desta mesma coleta o índice de coliformes totais foi de  $1,6 \times 10^6$  NMP/100 mL.

Em relação aos índices de coliformes termotolerantes, os valores variaram no decorrer das coletas e dos pontos. Nas coletas 3 e 4 este comportamento fica bastante evidente (Tabela 1). Ao observarmos os valores referentes à coleta 4, houve uma diminuição no número de bactérias termotolerantes a partir do ponto B ( $3 \times 10^5$  NMP/100 mL) até o ponto E ( $7,8 \times 10^2$  NMP/100 mL).

Na contagem das bactérias heterotróficas foi observada uma pequena variação no número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Essa maior variação no número de bactérias heterotróficas foi observada da nascente para o segundo ponto de coleta (Tabela 2).

Os maiores valores observados para o número de heterotróficos foram na coleta 1 nos pontos B, C, D e E (Tabela 2), enquanto para os coliformes totais os valores mais elevados ocorreram na coleta 3, no ponto D; e, na coleta 4, nos pontos D e E (Tabela 1).

A análise dos parâmetros físico-químicos foi realizada somente nos pontos A e E, de cada coleta, isto é, o ponto da nascente e de deságue do Arroio. Os resultados podem ser observados na Tabela 3. Os valores obtidos na determinação da concentração dos metais pesados analisados praticamente não variaram no decorrer do ano, apresentando valores não significativos.

Os resultados obtidos para a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) no presente trabalho mostraram valores mais elevados na coleta 3 tanto no ponto A (8,8 mg/L) quanto no ponto E (35 mg/L), quando comparados às demais coletas. Nas coletas 1 e 2, no ponto A foram observados os menores valores de todas as amostras analisadas ( $\leq 2$  mg/L).

No Arroio Dilúvio o menor valor para DQO foi obtido na coleta 2 nos pontos A (7,5 mg/L) e E (9,7 mg/L) e os maiores valores foram observados nas coletas 1 (61 mg/L) e 3 (60 mg/L), ambas no ponto E (Tabela 3).

Tabela 1 – Número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes por 100 mL de água dos diferentes pontos de coleta do Arroio Dilúvio

Coleta	Pontos*	Coliformes totais	Coliformes termotolerantes
1	A	1,1x10 <sup>3</sup>	1,1x10 <sup>3</sup>
	B	1,6x10 <sup>4</sup>	4,9x10 <sup>2</sup>
	C	≥1,6x10 <sup>4</sup>	2,2x10 <sup>3</sup>
	D	≥1,6x10 <sup>4</sup>	3,5x10 <sup>2</sup>
	E	≥1,6x10 <sup>4</sup>	2,8x10 <sup>3</sup>
2	A	1,4x10 <sup>3</sup>	1,4x10 <sup>2</sup>
	B	≥1,6x10 <sup>4</sup>	2,7x10 <sup>2</sup>
	C	1,6x10 <sup>4</sup>	5,1x10 <sup>2</sup>
	D	≥1,6x10 <sup>4</sup>	2,7x10 <sup>2</sup>
	E	≥1,6x10 <sup>4</sup>	5,5x10 <sup>2</sup>
3	A	1,1x10 <sup>3</sup>	4,0 x10 <sup>1</sup>
	B	5x10 <sup>5</sup>	2,7x10 <sup>4</sup>
	C	9x10 <sup>5</sup>	2,5x10 <sup>4</sup>
	D	1,6x10 <sup>6</sup>	4,3x10 <sup>4</sup>
	E	6x10 <sup>4</sup>	3,5x10 <sup>4</sup>
4	A	3x10 <sup>3</sup>	9,5x10 <sup>2</sup>
	B	9x10 <sup>5</sup>	3,0x10 <sup>5</sup>
	C	3,5x10 <sup>5</sup>	1,1x10 <sup>4</sup>
	D	≥1,6x10 <sup>6</sup>	1,8x10 <sup>3</sup>
	E	≥1,6x10 <sup>6</sup>	7,8x10 <sup>2</sup>

Fonte: os autores.

Nota: Pontos de coleta\*: A- Parque Saint Hilaire (nascente); B - Av. Antônio de Carvalho; C - Rua Guilherme Alves; D - Rua Ramiro Barcelos; E - Av. Borges de Medeiros (foz).

Tabela 2 – Contagem de bactérias heterotróficas (UFC/100µL) nos diferentes pontos, no Arroio Dilúvio

Pontos	Coletas			
	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	4ª coleta
A	10 <sup>0</sup>	1,60x10 <sup>1</sup>	3,33x10 <sup>1</sup>	2,30x10 <sup>1</sup>
B	1,20x10 <sup>5</sup>	1,21x10 <sup>5</sup>	0,58x10 <sup>4</sup>	7,93x10 <sup>3</sup>
C	1,42x10 <sup>5</sup>	5,47x10 <sup>4</sup>	2,65x10 <sup>4</sup>	2,77x10 <sup>4</sup>
D	1,00x10 <sup>5</sup>	8,96x10 <sup>4</sup>	8,40x10 <sup>4</sup>	5,04x10 <sup>3</sup>
E	6,03x10 <sup>5</sup>	7,78x10 <sup>4</sup>	1,98x10 <sup>5</sup>	>3,00x10 <sup>4</sup>

Fonte: os autores.

Nota: Pontos de coleta: A- Parque Saint Hilaire (nascente); B - Av. Antônio de Carvalho; C - Rua Guilherme Alves; D - Rua Ramiro Barcelos; E - Av. Borges de Medeiros (foz).

Foram isoladas 87 bactérias Gram-negativas dos diferentes meios de cultura, e destas 66 foram identificadas por meio de provas bioquímicas (HOLT et al., 1984). Os 66 isolados (84,61%) do total foram identificados como pertencentes a diferentes gêneros da família *Enterobacteriaceae*. A

espécie predominante foi a *Escherichia coli* (23/66) seguida pela *Klebsiella pneumoniae* (6/66) (Tabela 4). As demais bactérias isoladas não foram possíveis identificar por meio de provas bioquímicas.

No presente estudo, foi observado um aumento de *Escherichia* nas coletas 4 (primavera) e 2 (outono) e o gênero *Enterobacter* foi mais evidente nas coletas 1 (verão) e 3 (inverno).

Tabela 3 – Análises físico-químicas das águas do Arroio Dilúvio referente às quatro coletas realizadas

	Coleta 1		Coleta 2		Coleta 3		Coleta 4	
	P. A	P. E						
DBO mg O <sub>2</sub> /L	>2	6.7	>2	4.7	8.8	35	3.8	9.8
DQO mg O <sub>2</sub> /L	14	61	7.5	9.7	15	60	15.7	43.2
Selênio mg/L	>0.03	>0.03	>0.03	>0.03	>0.03	>0.03	>0.03	>0.03
Cobalto mg/L	>0.003	>0.003	>0.003	>0.003	>0.003	>0.003	>0.003	>0.003
Cádmio mg/L	>0.002	>0.002	>0.002	>0.002	>0.002	>0.002	>0.002	>0.002
Níquel mg/L	>0.002	>0.002	0.003	0.004	>0.002	>0.002	>0.002	>0.002
Chumbo mg/L	>0.02	>0.02	>0.02	>0.02	>0.01	>0.02	>0.01	>0.01
Zinco mg/L	>0.02	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	>0.02	<0.02
Cromo mg/L	>0.004	>0.004	>0.004	0.004	>0.004	>0.004	>0.004	>0.004
Mercurio µg/L	>0.2	>0.02	>0.2	0.2	>0.2	>0.2	>0.2	>0.2

Fonte: os autores.

Nota: Pontos de coleta: P. A – Parque Saint' Hilaire (nascente); P. E – Av. Borges de Medeiros (fz).

Tabela 4 – Número de espécies e distribuição dos gêneros das bactérias Gram-negativas identificados nas águas do Arroio Dilúvio, ao longo das quatro coletas realizadas no período de janeiro a dezembro de 2009

Gêneros	Espécies	Coletas				Total
		1	2	3	4	
<i>Escherichia</i>	<i>E. coli</i>	4	7	6	7	23
	<i>E. blattae</i>	-	1	-	-	1
	<i>E. adercaboxilata</i>	1	-	-	4	5
<i>Klebsiella</i>	<i>K. pneumoniae</i>	2	3	1	-	6
	<i>K. oxytoca</i>	-	1	-	-	1
<i>Citrobacter</i>	<i>C. diversus</i>	-	-	5	-	5
	<i>C. freundii</i>	1	-	-	-	1
	<i>C. amalomaticus</i>	-	1	-	-	1
<i>Shigella</i>	<i>S. sonnei</i>	1	2	1	-	4
	<i>S. desiynteriae</i>	1	-	-	-	1
<i>Enterobacter</i>	<i>Ent. intermedium</i>	3	-	-	-	3
	<i>Ent. agglomerans</i>	1	-	2	-	3
	<i>Ent. aerogenes</i>	-	1	-	-	1
	<i>Ent. gergoviae</i>	-	1	-	-	1
	<i>Ent. sakazakii</i>	-	-	1	-	1
<i>Yersinia</i>	<i>Y. pseudotuberculosis</i>	-	2	-	-	2
<i>Hafnia</i>	<i>H. alvei</i>	-	2	-	-	2
<i>Serratia</i>	<i>S. liquefaciens</i>	-	-	1	-	1
	<i>S. plymuthica</i>	-	-	1	-	1
<i>Providencia</i>	<i>P. rettgeri</i>	-	-	1	-	1
<i>Proteus</i>	<i>P. mirabilis</i>	-	-	1	-	1
Total de gêneros por coleta		5	6	8	1	

Fonte: os autores.

Nota: Coletas 1, 2, 3 e 4; (-) espécie ausente.

## 4 DISCUSSÃO

O Arroio Dilúvio sofre constantemente com todo o tipo de resíduo que nele é despejado. Na sua nascente o nível de interferência humana é menor, por este se encontrar no interior do Parque Saint' Hilaire, sob mata fechada e há alguns quilômetros do pórtico de entrada do Parque, que fica na divisa dos municípios de Porto Alegre e Viamão, RS. Nos demais pontos, a deposição gradativa de resíduo sólido e líquido vai acontecendo conforme o Arroio avança sobre a cidade de Porto Alegre, por meio da Av. Ipiranga, até o seu deságue no Lago Guaíba.

No teste de colimetria foi observado um aumento do número de coliformes totais e variações nos coliformes termotolerantes, à medida que os pontos se distanciavam da nascente do Arroio. Esse resultado caracteriza a poluição do local em razão do despejo de esgoto doméstico e a decomposição de matéria orgânica que ocorre ao longo de todo o Arroio. As alterações observadas neste trabalho no número de termotolerantes, na coleta 4, não são esperadas pois houve uma diminuição do número desses microrganismos à medida que os pontos de coleta se aproximavam do ponto de deságue. Uma explicação possível para esse resultado pode estar associada ao fato de que, no período desta coleta, houve longos dias de precipitação, aumento significativo do nível do Lago Guaíba e, conseqüentemente, tendo extravasado para dentro do Arroio, levando a uma diluição das águas do Dilúvio e com isso causando uma possível diminuição na concentração dos níveis dos coliformes.

Assim como no estudo com o Arroio Dilúvio, em que as amostras de uma forma geral, apresentaram pequenas variações nos índices de coliformes, Vilanova et al., (2002), ao analisarem as águas de um rio com fluxo irregular que recebe efluentes de uma estação de tratamento de esgoto, observaram valores similares entre todos os locais e pontos de amostragem do rio. Segundo Oliveira, Corção e Van Der Sand (2006), a contagem de coliformes nas águas do Balneário Belém Novo-Lago Guaíba foi elevada na maioria das amostras coletadas e os autores sugerem que a contagem pode e deve ser utilizada como indicadora de poluição.

Vasconcellos, Iganci e Ribeiro (2006) avaliaram a qualidade das águas do Rio São Lourenço em São Lourenço do Sul, RS e detectaram no período do verão os maiores valores para os coliformes, o que também foi evidenciado por Moura, Assumpção e Bischoff (2009) nas águas do Rio Cascavel, PR; os autores observaram um aumento da população microbiana nos períodos de aumento do índice pluviométrico. Segundo os autores, com o aumento da chuva, ocorre um carreamento de contaminantes das margens para o interior dos corpos-d'água.

De acordo com Naime e Nascimento (2009), embora os parâmetros da qualidade da água possam variar de forma natural em um recurso hídrico, a quantidade elevada de coliformes fecais ou termotolerantes é um indicativo da contaminação antrópica que essas águas sofrem.

O Arroio Dilúvio é um dos córregos mais poluídos de Porto Alegre e aquele com maior demanda em termos de responsabilidade pública, no que diz respeito à sua despoluição (DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO, 2009). Foi observado no presente estudo um elevado nível de poluição em muitos pontos, demonstrando que muito ainda precisa ser feito para que tais águas se tornem despoluídas ou em condições sanitárias adequadas, para que estas, ao desagüarem no Lago Guaíba, não contribuam para a poluição deste.

Na contagem das bactérias heterotróficas foi observada uma pequena variação no número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), em que a maior diferença ocorreu da nascente para o

segundo ponto de coleta (Tabela 2). Isso se justifica, pois o Arroio, antes de chegar ao ponto onde é canalizado, passa por diferentes pontos de populações ribeirinhas que despejam todo o tipo de resíduo para dentro dele. A contagem de heterotróficos é muito importante para se conhecer a densidade bacteriana no local de amostragem, porque uma concentração muito elevada pode mascarar a detecção dos coliformes de acordo com a Fundação Nacional de Saúde Brasil (2006).

A contagem de bactérias heterotróficas é muito usada como indicadora da qualidade da água, já que elas utilizam matéria orgânica como fonte de energia. No laboratório o ensaio é realizado em placas contendo meios não seletivos e ricos em nutrientes, para que possam crescer os mais variados tipos de microrganismos como bactérias de origem fecal e não fecal, da água, do solo e formadoras de biofilmes.

Para os valores de DBO e Bertoldo, Righes e Mostari (2004), analisando um efluente do Arroio Cadena em Santa Maria, RS, observaram um aumento de 30,5% na determinação realizada no verão quando comparado ao do inverno. Os valores obtidos pelos autores no Arroio Cadena no período do inverno são semelhantes aos observados no presente estudo (coleta 3, ponto A); já os valores na primavera para o Arroio Cadena (10,6 mg/L) ficaram próximos aos do ponto E da coleta 4 no Arroio Dilúvio e os valores para o verão do Cadena ficaram acima dos do Arroio Dilúvio (coleta 1). Os valores nas amostras da coleta do inverno detectados no Arroio Dilúvio foram menores do que as do Arroio Cadena no mesmo período e na coleta relativa ao outono no Arroio Dilúvio.

Quanto maior a DBO, mais rapidamente é consumido o oxigênio, o que pode ocasionar a decomposição anaeróbica da matéria orgânica, provocando uma degradação da qualidade da água. De acordo com Bertoldo, Righes e Mortari (2004), as estações do ano podem interferir na qualidade da água, em razão das mudanças no clima e das variações na vazão dos poluentes nos corpos-d'água.

Naime e Nascimento (2009) avaliaram o Arroio Pampa quanto ao parâmetro DBO e no decorrer dos pontos de amostragem verificaram uma variação de valores permanecendo uma média de 50,3 mg/L. Os autores constataram que alguns dos valores obtidos eram comparáveis ao esgoto doméstico. Os dados obtidos no trabalho do Arroio Dilúvio ficaram muito abaixo dos encontrados no Arroio Pampa por Naime e Nascimento (2009). Os dois Arroios sofrem com constantes poluições, já que cortam suas cidades passando por bairros muito densos, mas as variações dependem da capacidade de autodepuração e da quantidade de matéria orgânica dispensada em cada recurso hídrico.

No Rio Grande do Sul, os limites máximos estabelecidos para a DQO, de acordo com a Norma Técnica n. 01/89 da Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente (SSMA), estão entre  $\leq 450$  e  $\leq 160$  mg/L, dependendo do volume de vazão do efluente poluidor. Dessa forma, poderia se considerar que as águas do Dilúvio estão dentro dos valores estabelecidos pela SSMA. Quanto mais próximos estiverem os valores de DBO aos valores de DQO, mais fácil será a biodegradação. Esse fato pôde ser observado na coleta 2 em ambos os pontos (A e E), em que a diferença foi de apenas 5 mg O<sub>2</sub>/L.

A espécie predominante foi a *Escherichia coli* que se encontra distribuído em todas as coletas, seguida pela *Klebsiella pneumoniae*. Oliveira, Corção e Van Der Sand (2006) verificaram a prevalência do gênero *Escherichia*, seguido pelos gêneros *Enterobacter* e *Hafnia* quando avaliaram a diversidade das águas do Balneário de Belém Novo. Os autores ainda observaram um aumento no número dos gêneros *Escherichia* e *Enterobacter* durante os períodos chuvosos, como outono e inverno. Já neste trabalho, foi observado um aumento de *Escherichia* nas coletas primavera e outono, e para o gênero *Enterobacter*, verão e inverno.

No decorrer do trabalho foi possível observar uma diversidade de gêneros e espécies da família *Enterobacteriaceae* distribuídos em todas as coletas. De acordo com Vilanova et al., (2002),

é normal encontrarmos muitas espécies bacterianas com vários exemplares em água residual rural ou urbana. A presença de bactérias da família *Enterobacteriaceae* condiz com o fato de que o Arroio Dilúvio recebe uma descarga grande de esgoto doméstico *in natura*.

A população microbiana no meio ambiente está exposta a condições de sobrevivência estressantes; isso deve determinar a prevalência de algumas espécies mais adaptadas naquelas condições ambientais, como é o caso da *E. coli*, neste estudo. Esta espécie faz parte do grupo dos coliformes, e a *E. coli* é a bactéria mais utilizada para estimar o grau de poluição fecal (YÁÑEZ; VALOR; CATALÁN, 2006), já que ela é um dos microrganismos tido como habitante natural da microbiota do trato intestinal de humanos e da maioria dos animais de sangue quente, sendo, portanto, normalmente encontrado nas fezes destes animais. A presença da *E. coli* na água ou em alimentos é indicativa de contaminação com fezes humanas ou mais raramente de outros animais, e o Arroio Dilúvio recebe esses dejetos.

## 5 CONCLUSÃO

As bactérias do gênero *Escherichia* predominaram nas amostras de água do Arroio Dilúvio, comprovando, com isso, a contaminação do manancial com esgoto doméstico e fezes. Portanto, no estudo com o Arroio Dilúvio, foi verificada uma água de baixa qualidade, de acordo com a contagem de bactérias heterotróficas e a colimetria, exceto na nascente, onde a água se encontra mais preservada da ação antrópica.

## REFERÊNCIAS

AHMED, W.; NELLER, R.; KATOULI, M. Host species specific metabolic fingerprint database for *Enterococci* and *Escherichia coli* and its application to identify sources of fecal contamination in surface waters. **Applied Environmental Microbiology**, v. 71, p. 4461-4468, 2005.

ANTUNES, G. S. **Manual de diagnóstico bacteriológico**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 278 p.

BARBOSA, S. P. P; CAMINHA, M. C. C.; PAZ, C. F. Identificação da microbiota bacteriana autóctone de efluentes petroquímicos no município de Fortaleza. II CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA JOÃO PESSOA, 2., 2007, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa, 2007.

BERTOLDO, F.; RIGHES, A. A.; MORTARI, S. R.. Qualidade da água em um afluente do Arroio Cadena em Santa Maria, RS. **Disciplinarum Scientia Série: Ciências Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 51-65, 2004.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde . **Manual prático de análise de água**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146p.

\_\_\_\_\_. **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. Disponível em: <[http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id\\_area=1549](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/area.cfm?id_area=1549)>. Acesso em: mar. 2011.

\_\_\_\_\_. Portaria MS n. 518/2004. **Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.** Brasília, DF, 2005.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO. **Laudo n. 14/2009.** 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. Porto Alegre: DMAE, 2009.

Google maps. Disponível em: <<https://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR>> Acesso em: set. 2009.

HOLT, J. G. et al. **Bergey's manual of Systematic Bacteriology**, v. 1, Williams & Wilkins, p. 720, 1984.

MORAIS, M. R. et al. Comportamento de *Salmonella spp*, Coliformes e Estreptococos fecais num rio poluído com esgotos domésticos. CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, Campina Grande. **Anais.** Campina Grande: ABES – Trabalhos Técnicos, 2001.

MOURA, A. C.; ASSUMPÇÃO, R. A. B.; BISCHOFF, J. Monitoramento físico-químico e microbiológico da água do Rio Cascavel durante o período de 2003 a 2006. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 1, p. 17-22, 2009.

NAIME, R.; NASCIMENTO, C. A. Monitoramento de pH, temperatura, OD, DBO e condições microbiológicas das águas do Arroio Pampa em Novo Hamburgo; RS. **UNICIÊNCIAS**, v. 13, 2009.

NASCIMENTO, C. A.; NAIME, R. Panorama do uso, distribuição e contaminação das águas superficiais no Arroio Pampa na Bacia do Rio dos Sinos. **Estudos Tecnológicos**, v. 5, n. 1, p. 101-120, 2009.

OLIVEIRA, M. F.; CORÇÃO, G.; VAN DER SAND, S. T. An evaluation of transient bacterial population in a polluted bathing site in Porto Alegre, Brazil. **Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 136-143, 2006.

Rio Grande do Sul. Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente. Norma Técnica n. 01/89. Porto Alegre, 1989.

SHIBATA, T. et al. Monitoring marine recreational water quality using multiple microbial indicators in an urban tropical environment. **Water Research**, v. 38, p. 3119-3131, 2004.

SINTON, L. W.; FINLAY, R. K.; HANNAH, D. J. Distinguishing human from animal faecal contamination in water: a review. **Journal of Marine Freshwater Research**, New Zealand, v. 32, p. 323-348, 1998.

VASCONCELLOS, F. C. da S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 2, p. 177-181, 2006.

VIEIRA, M. S.; MOURA, M. A. M.; GIL, F. G. Qualidade da água de lagos e nascentes do Parque Dr. "Fernando Costa" (Água Branca), São Paulo, SP. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 73, n. 4, p. 475-483, out./dez. 2006.

Daniele Vargas Oliveira et al.

VILANOVA, X. et al. The effect of a sewage treatment plant effluent on the faecal coliforms and enterococci populations of the reception river waters. **Journal of Applied Microbiology**, v. 92, p. 210-214, 2002.

YÁÑEZ, M. A.; VALOR, C.; CATALÁN, V. A simple cost-effective method for the quantification of total coliforms and *Eschecherichia coli* in potable water. **Journal of Microbiological Methods**, v. 65, n. 3, p. 608-611, 2006.

Recebido em 25 de julho de 2012

Aceito em 4 de setembro de 2012