



**Código: 9511**  
**QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO GUAÍBA APÓS A IMPLANTAÇÃO DA  
ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS – ETE SERRARIA, PORTO  
ALEGRE, RS**

**RESUMO**

O estudo teve por objetivo analisar a possível melhoria da qualidade água do lago Guaíba após o início da operação da ETE Serraria através de consulta ao monitoramento de oito pontos de amostragem, avaliando os parâmetros *Escherichia coli*, DBO, Nitrogênio Amoniacal e Fósforo total. Os monitoramentos foram realizados pelo DMAE de Porto Alegre/RS. Seis pontos localizados à jusante do antigo ponto de lançamento de esgotos da Ponta da Cadeia, interrompido com a implantação do SES Ponta da Cadeia e respectiva ETE em estudo. Dois pontos à montante do antigo lançamento considerados como fora da área de influência direta - AID do empreendimento. O período analisado foi dividido em duas fases: janeiro/ 2010 a março/2014, antes do início da operação da ETE (a) e abril/2014 a julho/2017, depois do início da operação da ETE (d). A análise e interpretação dos dados mostraram diminuição nos valores médios dos parâmetros e consequente melhoria da qualidade da água nos pontos localizados na AID. As inferências estatísticas para os parâmetros nas fases (a) e (d) confirmaram melhorias significativas no ponto 50, no canal de navegação, e nos pontos 41B e 45E, margem esquerda, captações de água do Menino Deus e da Tristeza respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** saneamento, impactos ambientais, recursos hídricos.

**1. INTRODUÇÃO**

No início do século XX, a comunidade científica considerava o lançamento de esgoto cloacal no curso de corpos d'água como um benefício para a produtividade biológica desses ecossistemas aquáticos. Evidentemente, no local do lançamento as águas eram fortemente poluídas, mas à medida que o esgoto ia sendo digerido e diluído, a carga de nutrientes mostrava-se um excelente "adubo" (KLEEREKOPER, 1990).

Hoje, o lançamento de esgoto in natura é considerado um crime ambiental, trazendo consequências danosas ao meio ambiente e comprometendo sua qualidade para diferentes usos. Esses lançamentos podem promover um aumento de matéria orgânica nas águas, cuja decomposição se faz com o consumo de uma elevada quantidade de oxigênio dissolvido, prejudicando, assim, a sobrevivência de organismos aquáticos que dele necessitam. Além disso, nos esgotos não coletados e direcionados para uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) podem ser encontradas bactérias patogênicas (transmissoras de doenças), produtos químicos nocivos (por exemplo: agrotóxicos, produtos não biodegradáveis, metais pesados, dentre outros). E, ainda, esgotos e efluentes domésticos e industriais podem alterar a temperatura das águas, afetando o consumo de oxigênio por organismos aquáticos.

Ao longo dos anos uma série de políticas públicas e mecanismos regulatórios legais foram criados para garantir, não apenas a preservação de recursos naturais, principalmente a água – aqui entendida como um recurso natural finito, dotado de valor econômico (recurso hídrico) – como também, buscar a recuperação de ambientes aquáticos impactados através de ações de saneamento e buscar o planejamento desse recurso para diferentes usos da sociedade no tempo e no espaço.

Num cenário de pouco planejamento e destinação de recursos para saneamento até o início do século XXI, o Brasil experimentou a criação do seu marco regulatório do saneamento básico no ano de 2007 através da Lei Federal 11.445. Além de corroborar a titularidade dos municípios garantida na Constituição Federal de 1988, a lei tem por uma de suas diretrizes a universalização do saneamento e como um dos seus instrumentos o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB.

No município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, a concessão para prestar serviços de saneamento básico pertence ao Departamento Municipal de Água e Esgotos – DMAE, autarquia da Prefeitura Municipal. A fim de atender às diretrizes da Lei Federal 11.445/2007, o DMAE participou da elaboração e da organização do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB (PMPA, 2015) que, entre outros objetivos, tem por meta universalizar a coleta, a condução e o tratamento de esgotos domésticos do município de Porto Alegre/RS.



A ETE Serraria foi projetada para atender aos Sistemas de Esgotos Sanitários - SES Ponta da Cadeia, Cavalhada, Zona Sul e Salso. Com a reforma da Estação de Bombeamento de Esgotos – EBE Ponta da Cadeia, os esgotos da mesma bacia deixaram de ser lançados no lago Guaíba e passaram a ser conduzidos à ETE Serraria a partir de março de 2014 por meio de emissários (terrestres e subaquáticos) e sistemas de recalque (EBEs). No PMSB, o lago Guaíba permanece sendo o principal manancial de abastecimento de água para consumo humano.

Também em 2015, através da consolidação das políticas nacional e estadual de recursos hídricos, foi homologado o plano de bacia pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do lago Guaíba (ECOPLAN, 2016). Com isso, buscar a universalização, não apenas garante melhoria da qualidade de vida à população de Porto Alegre, como também garante melhoria da qualidade da água do lago Guaíba ao longo dos anos.

O Lago Guaíba é fonte de abastecimento público para uma população de 1,5 milhão de habitantes. Outros usos da água são a recreação de contato primário, nos balneários do Belém Novo, do Lami e de Itapuã, a pesca, a irrigação e a navegação. O Guaíba é muito valorizado pela comunidade por ser fonte de lazer e turismo e por proporcionar harmonia paisagística à população de entorno. Apesar da sua importância, o manancial recebe elevada carga de resíduos domésticos e industriais dos municípios da bacia diariamente, o que vem comprometendo a qualidade das suas águas. Monitorar a qualidade da água do lago Guaíba permanece sendo de suma importância na avaliação dos avanços do PMSB e do Plano de Bacia.

O presente estudo teve por objetivo analisar a possível melhoria da qualidade água superficial do lago Guaíba depois do início da operação da ETE Serraria pelo DMAE de Porto Alegre/RS a partir do mês de abril de 2014, quando deixaram de ser lançados esgotos na Ponta da Cadeia.

## 2. METODOLOGIA

O lago Guaíba apresenta uma área de 470 km<sup>2</sup>, numa extensão de 50 km de comprimento e largura variável entre 900 m e 19 km. Armazena um volume aproximado de 1,5 bilhão de metros cúbicos de água, localiza-se entre 29°55' e 30°24' de latitude Sul e entre 51°01' e 51°20' de longitude Oeste. No lago deságuam os rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí, cujas áreas de drenagem somadas são iguais a 82.439 km<sup>2</sup>, ocupando aproximadamente 1/3 da área do Estado (Andrade & Giroldo, 2014).

Para avaliação da qualidade das águas do Guaíba foram selecionados oito pontos de coleta, cuja distribuição espacial pode ser verificada na Figura 1. O Quadro 1 apresenta a descrição dos pontos com as respectivas coordenadas geográficas. As coletas compreenderam o período de janeiro de 2010 a julho de 2017, com frequências mensais nos pontos de captação (86A, 36, 41B, 45E, 47-8D) e trimestrais nos demais pontos (38, 50, 60). Seis pontos estão localizados à jusante do antigo ponto de lançamento de esgotos da Ponta da Cadeia, interrompido com a implantação do Sistema de Esgotos Sanitários – SES Ponta da Cadeia e respectiva ETE em estudo. Dois pontos encontram-se à montante do antigo lançamento e foram considerados como fora da área de influência direta - AID do empreendimento (86A, 36). O período analisado foi dividido em duas fases: janeiro de 2010 a março de 2014, antes do início da operação da ETE (a) e abril de 2014 a julho de 2017, depois do início da operação da ETE (d).

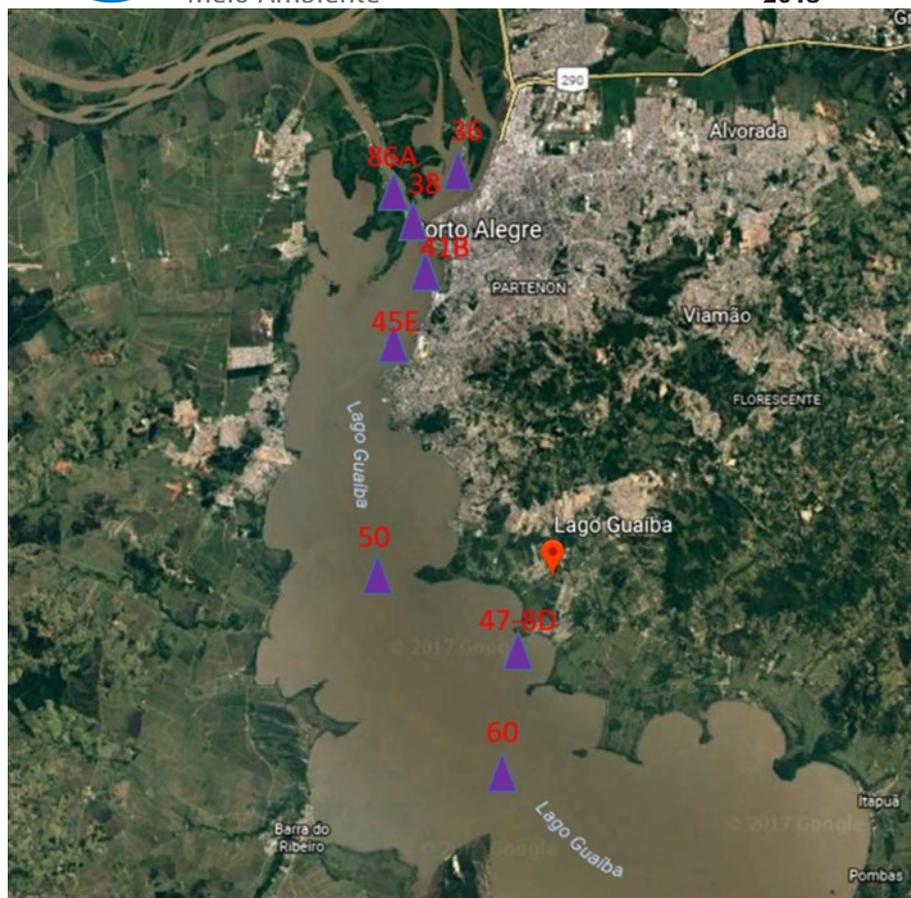


Figura 1. Localização dos oito pontos de monitoramento no lago Guaíba, RS.

As amostras de água foram coletadas em embarcação de pequeno porte, com bomba de sucção e mantidas refrigeradas até o momento da análise. Para a determinação das características físico-químicas e bacteriológicas utilizaram-se os ensaios de *Escherichia coli* – ECOLI em NMP/100ml, n = 503, Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO em mgO<sub>2</sub>/l, n = 465, Nitrogênio Amônico - NH<sub>3</sub> em mgN/l, n = 470, e Fósforo Total – PTOT em mgP/l, n = 464 (APHA, 1998; USEPA, 1986; ABNT, 1992), totalizando 1.902 resultados, sendo 1.260 entre o período de janeiro de 2010 e março de 2014 e 642 resultados entre o período de abril de 2014 e julho de 2017.

Quadro 1. Codificação, descrição e coordenadas geográficas dos oito pontos de monitoramento do DMAE no lago Guaíba, RS.

Ponto	Descrição	Coordenadas Geográficas
36	Delta do Jacuí, Canal dos Navegantes, ponto de captação de água bruta das ETAs Moinhos de Vento e São João, a 50m da margem esquerda, no local demarcado na doca 7 do cais do Porto Marcílio Dias.	30° 00' 52" S 51° 12' 54" O
38	Lago Guaíba, Canal de navegação, em frente à Ponta da Cadeia, a 700m da margem.	30° 02' 16" S 51° 14' 48" O
41B	Lago Guaíba, margem esquerda, ponto de captação da ETA José Loureiro da Silva, a 50m da margem.	30° 03' 32" S 51° 14' 10" O
45E	Lago Guaíba, margem esquerda, ponto de captação da ETA Tristeza, junto a boia de demarcação.	30° 05' 32" S 51° 15' 25" O
47-8D	Lago Guaíba, margem esquerda, ponto de captação da ETA Belém Novo, junto a boia de demarcação.	30° 13' 02" S 51° 12' 00" O
50	Lago Guaíba, Canal de navegação, no alinhamento da Ponta Grossa com as pequenas ilhas Baleias, entre a boia de luz nº6 e boia cega nº3.	30° 11' 18" S 51° 16' 11" O
60	Lago Guaíba, Canal de navegação, entre a Ilha Francisco Manoel e a Ponta do Salgado.	30° 16' 23" S 51° 10' 39" O
86A	Lago Guaíba, Delta do Jacuí, junto à captação da ETA Ilha da Pintada	30° 00' 47" S 51° 15' 32" O

Foram providenciadas estatísticas descritivas para os parâmetros nos pontos antes (a) e depois (d) do início da operação da ETE Serraria. Para as estatísticas de *Escherichia coli*, os dados foram



previamente log-transformados. Percentuais de diminuição depois do início da operação da ETE foram calculados para os parâmetros nos pontos à jusante do lançamento da Ponta da Cadeia.

Teste não paramétrico de Mann-Whitney – MW para amostras de tamanhos diferentes (generalização não pareada ao teste da soma de postos de Wilcoxon) foi proposto para testar/inferir igualdade de medianas dos parâmetros considerados nas fases (a) e (d).

A fim de obter resumo da informação para o grande número de resultados, matriz com médias dos parâmetros, previamente padronizadas (escore z) foi providenciada para análise de componentes principais – ACP. Os testes de MW e a ACP foram produzidos pelo programa estatístico PAST – Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis (Hammer et al., 2001).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do curto período transcorrido do monitoramento e o conseqüente número reduzido de amostragens depois do comissionamento da ETE Serraria em relação ao período anterior, os resultados sugerem que houve diminuição nos valores médios de ECOLI, DBO, NH3 e PTOT nos pontos à jusante do antigo lançamento da Ponta da Cadeia, sob a influência do empreendimento (38, 41B, 45E, 47-8D, 50 e 60), conforme apresentado na Figura 2 e Tabela 1.

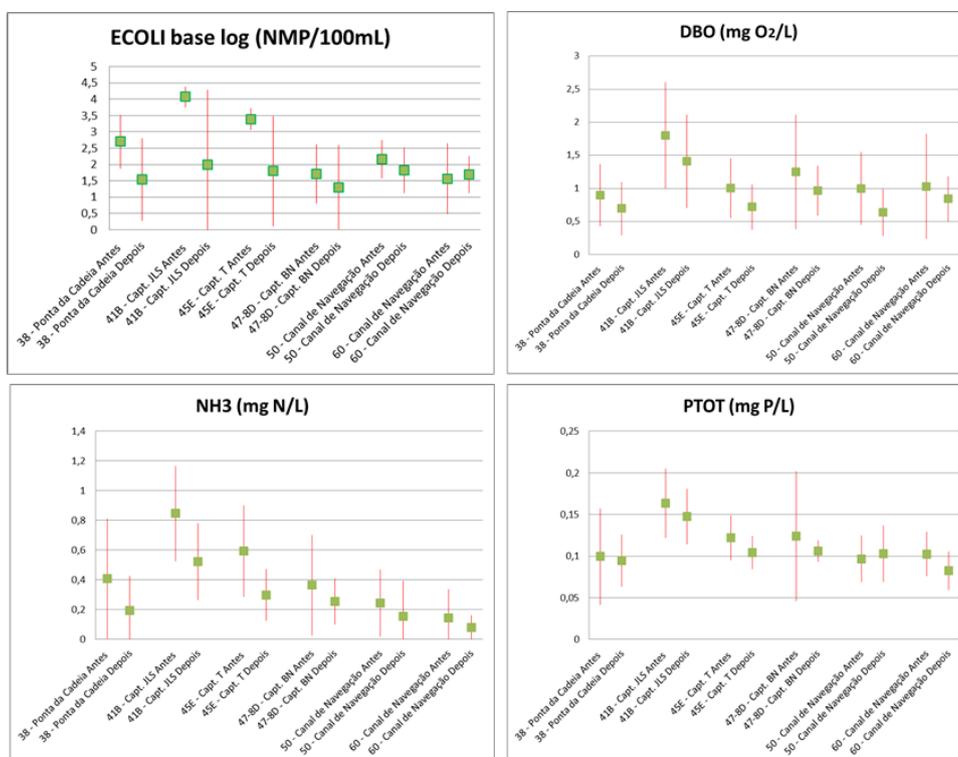


Figura 2. Médias dos parâmetros Escherichia Coli - ECOLI, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Nitrogênio Amoniacal - NH3 e Fósforo Total - PTOT nos pontos à jusante do lançamento da Ponta da Cadeia, antes e depois do comissionamento da ETE Serraria



Tabela 1. Porcentual de diminuição nos parâmetros Escherichia coli, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Nitrogênio Amoniacal (NH3) e Fósforo Total (PTOT) dos pontos 38, 41B, 45E, 47-8D, 50 e 60.

Ponto	DBO	ECOLI	NH3	PTOT
36	-0,8	-0,3	47,5	12,0
86A	21,9	4,9	34,1	19,4
38	22,7	14,7	52,6	4,8
50	36,3	17,2	36,2	-6,3
60	18,5	5,6	45,9	19,3
41B	21,7	11,3	40,3	9,7
45E	28,5	12,2	52,2	14,5
47-8D	22,6	-20,7	33,0	14,4
<b>Média Geral</b>	<b>21,4</b>	<b>5,6</b>	<b>42,7</b>	<b>11,0</b>
<b>Média AID</b>	<b>25,0</b>	<b>6,8</b>	<b>43,4</b>	<b>9,4</b>

Os resultados estatísticos apresentados na Tabela 2 indicaram diminuição significativa dos parâmetros 1 - DBO, 2 - ECOLI, 3 - NH3 e 4 - PTOT nos respectivos grupos de pontos: 1 – 50, 41B e 45E, 2 – 50, 41B e 45E, 3 – 36, 41B e 45E e 4 – 45E.

Tabela 2. Estatísticas da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, Escherichia coli – ECOLI, Amônia – NH3 e Fósforo Total – PTOT antes (jul-2010 a mar-2014) e depois (abr-2014 a jul-2017) da implantação da ETE Serraria/SES Ponta da Cadeia, Lago Guaíba/RS; \* medianas significativamente diferentes ( $p < 0,05$ , teste de MW).

Parâmetro (unidade)	36		86A		38		50		60		41B		45E		47-8D		
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	
DBO (mgO <sub>2</sub> /L)	N	46	27	46	12	14	25	32	27	31	12	46	27	46	15	47	12
	Mín.	0,3	0,7	0	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2
	Máx.	3,3	3	3,4	1,3	1,8	1,9	2,2	1,4	3,4	1,4	4,3	3,6	2,5	1,5	3,3	1,5
	Média	1,47	1,49	0,81	0,63	0,90	0,70	1,00	0,64	1,03	0,84	1,80	1,41	1,01	0,72	1,25	0,97
	DP	0,63	0,54	0,61	0,28	0,47	0,40	0,55	0,35	0,79	0,34	0,80	0,70	0,45	0,34	0,86	0,37
	Mediana	1,40	1,40	0,60	0,60	0,85	0,50	0,9*	0,5*	0,90	0,90	1,6*	1,2*	0,95*	0,6*	1,00	1,00
ECOLI (logNMP/100ml)	N	47	41	47	13	16	25	32	29	32	12	47	35	48	16	49	14
	Mín.	3,255	3,041	1,255	1,869	1,415	1,322	1,079	0,000	0,000	0,000	3,041	2,799	2,491	2,000	0,000	1,477
	Máx.	4,447	4,519	3,462	3,415	4,740	3,380	3,255	2,663	3,301	2,362	4,740	4,556	4,000	4,415	3,301	2,699
	Média	3,800	3,810	2,390	2,274	2,845	2,426	2,228	1,844	1,650	1,557	4,081	3,618	3,400	2,984	1,839	2,219
	DP	0,287	0,305	0,497	0,402	0,903	0,645	0,570	0,649	1,058	0,662	0,331	0,357	0,309	0,607	0,941	0,392
	Mediana	3,806	3,875	2,415	2,279	2,741	2,380	2,362*	2,041*	1,936	1,572	4,114*	3,580*	3,380*	3,000*	1,949	2,263
NH <sub>3</sub> (mgN/L)	N	53	28	47	12	15	24	32	23	32	10	47	27	47	12	49	12
	Mín.	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,250	0,000	0,150	0,110	0,000	0,000
	Máx.	3,290	1,380	0,510	0,150	1,520	0,800	0,770	1,100	0,720	0,250	1,900	1,140	1,380	0,800	1,270	0,540
	Média	0,968	0,508	0,077	0,051	0,409	0,194	0,245	0,156	0,146	0,079	0,875	0,522	0,624	0,298	0,381	0,255
	DP	0,552	0,368	0,112	0,049	0,404	0,234	0,224	0,239	0,190	0,082	0,305	0,257	0,314	0,173	0,328	0,153
	Mediana	0,970*	0,400*	0,025	0,050	0,310	0,130	0,190	0,110	0,100	0,060	0,850*	0,470*	0,600*	0,260*	0,370	0,230
PTOT (mgP/L)	N	45	27	46	12	15	23	31	24	32	11	46	27	48	15	49	13
	Mín.	0,010	0,090	0,005	0,039	0,030	0,050	0,050	0,056	0,060	0,046	0,060	0,087	0,070	0,080	0,010	0,086
	Máx.	0,390	0,230	0,630	0,141	0,260	0,170	0,160	0,200	0,170	0,120	0,260	0,210	0,190	0,138	0,590	0,130
	Média	0,165	0,145	0,085	0,068	0,099	0,095	0,097	0,103	0,102	0,083	0,164	0,148	0,122	0,104	0,124	0,106
	DP	0,068	0,039	0,092	0,027	0,058	0,031	0,028	0,034	0,026	0,023	0,041	0,033	0,027	0,020	0,078	0,013
	Mediana	0,150	0,132	0,067	0,062	0,080	0,088	0,090	0,093	0,094	0,077	0,170	0,148	0,120*	0,101*	0,110	0,105



Para o ponto 36 e 86A (Figura 3), captações da água bruta das ETAs Moinhos de Ventos e São João (36) e da ETA Francisco Lemos Pinto – Ilha da Pintada (86A), não foi constatada a diminuição significativa das médias dos parâmetros analisados. Esses pontos se localizam à montante do antigo lançamento da Ponta da Cadeia, não estando localizados na área de influência do respectivo Sistema de Esgotamento Sanitário – SES e da ETE Serraria.

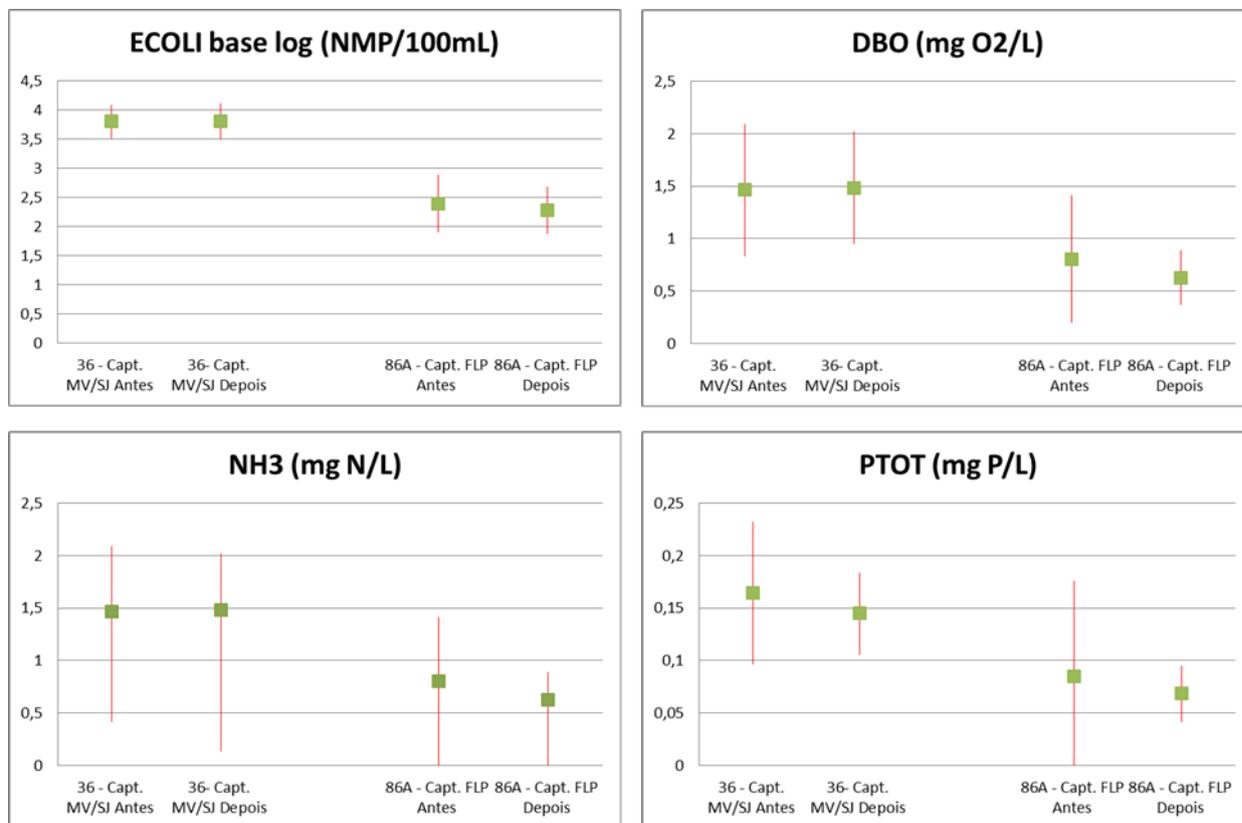


Figura 3. Médias dos parâmetros Escherichia Coli - ECOLI, Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, Nitrogênio Amoniacal - NH3 e Fósforo Total – PTOT nos pontos à montante do lançamento da Ponta da Cadeia, antes e depois do comissionamento da ETE Serraria.

O diagrama da Análise de Componentes Principais – ACP (Figura 4) mostrou que as médias padronizadas para os parâmetros nos pontos antes (a) e depois (d) do início da operação da ETE Serraria distribuíram-se com mais de 80% de explicação (variação) no Eixo 1. De fato, todas as variáveis consideradas neste estudo só apresentaram correlações mais expressivas no primeiro eixo (Tabela 3).

O diagrama mostra um gradiente de maior poluição em direção ao lado positivo do Eixo 1 (primeiro componente principal) que corresponde à área produzida pelos pontos da área de influência direta antes do início da operação da ETE Serraria, quando as médias dos parâmetros foram um pouco mais elevadas (autovetores de DBO, PTOT, NH3 e ECOLI). Neste lado positivo do eixo 1, também observamos o posicionamento do ponto 36, mostrando sua condição de baixa qualidade da água independente da fase do estudo, (a) ou (d).

Ainda na Figura 4, observamos que a nuvem de pontos depois do início da operação da ETE Serraria posicionou-se num gradiente de menor poluição no lado negativo do Eixo 1 da ACP. Da mesma forma, observamos o posicionamento do ponto 86A, mostrando sua condição de melhor qualidade da água independente da fase do estudo, (a) ou (d).

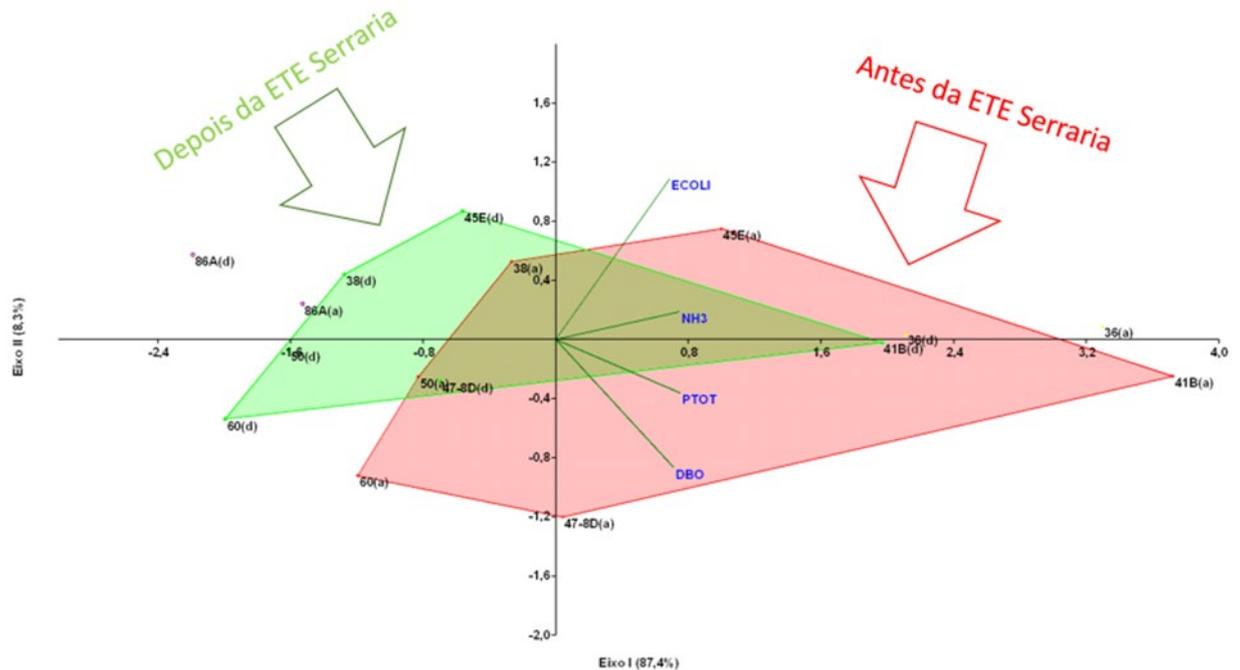


Figura 4. Diagrama da ACP para médias padronizadas com a distribuição dos vetores das variáveis e dos pontos de monitoramento no lago Guaíba antes (a) e depois (d) do início da operação da ETE Serraria.

Tabela 3. Correlações de Pearson (r) dos parâmetros com os eixos I e II da ACP para médias padronizadas em pontos de monitoramento do lago Guaíba

Eixo (CP)	I	II
% Variação	87,4	8,3
DBO	-0,42203	-0,0969
ECOLI	-0,40877	-0,08963
NH3	-0,39812	0,040957
PTOT	-0,50975	0,001538

Sob a hipótese de que o regime hidrodinâmico tenha favorecido a melhor qualidade dos resultados depois do início da operação da ETE Serraria, tecemos discussão a seguir. Os valores médios mensais de chuva sugerem, de fato, elevação nos anos de 2014 a 2017 em alguns meses (Figura 5).

O aumento de *Escherichia coli* após períodos de chuvas em balneários do lago Guaíba pode ser uma constatação de que chuvas alteram as condições médias de qualidade da água do lago. Estudo realizado por Faria e Lerch (1999) mostrou pulsos de aumentos significativos de *Escherichia coli* após períodos de chuva na enseada de Ipanema. Estudo realizado por Andrade (2009) mostrou correlação positiva e significativa entre nível da água, volume de chuvas, sólidos suspensos totais e fósforo total para série histórica de dados (1996-2006) do lago Guaíba no ponto de captação Menino Deus (ponto 41B). Mesmo sob condições médias mais elevadas de chuvas, os pontos sob influência do empreendimento apresentaram valores médios menores para os parâmetros considerados neste estudo nos pontos sobre influência direta quando comparados aos pontos 36 e 86A. Por que não houve melhoria da qualidade do ponto 36 nesses períodos de maior regime de chuvas? Com isso, não se pode afirmar que médias superiores de chuva entre 2014 e 2017 tenham ocasionado efeito “diluidor” sobre alguns parâmetros considerados neste estudo para caracterizar a qualidade da água. Ao contrário, os estudos já citados mostram que maiores regimes de chuva contribuem para o arraste de poluentes que permanecem por mais tempo no lago. De fato, chuvas



conferem maior competência no arraste de cargas de montante para o lago, onde o tempo de detenção hidráulica é imensamente maior ao dos rios formadores.

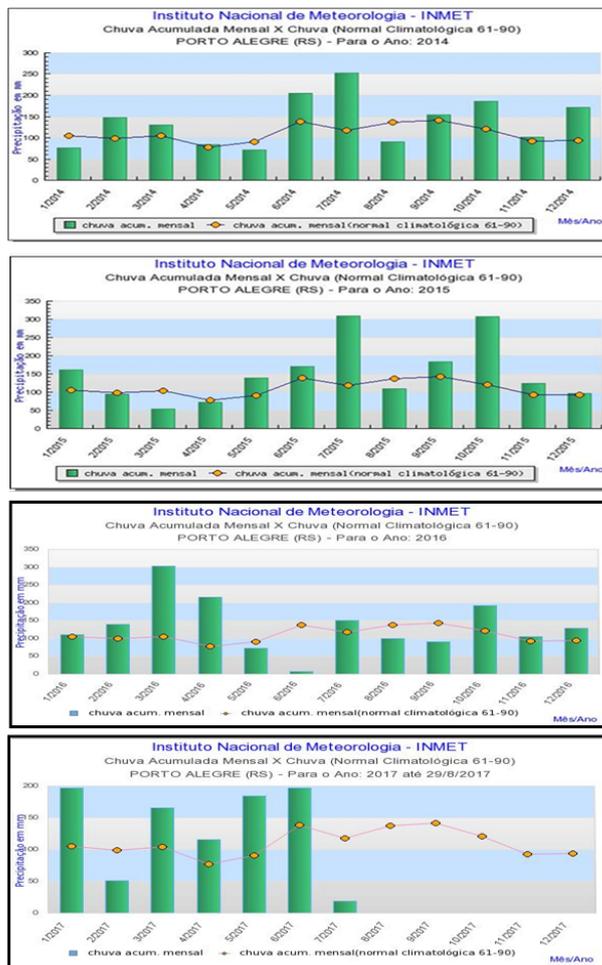


Figura 5. Chuva acumulada mensal x Média de Chuva (entre 1960 a 1990) nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, Porto Alegre, RS. Fonte: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo/graficos>, acessado 29/08/2017.

#### 4. CONCLUSÃO

O acompanhamento sistemático de pontos de monitoramento no lago Guaíba permitiu avaliar os impactos positivos dos investimentos e obras de saneamento, em especial na condução e tratamento de esgotos efetuados pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto - DMAE, sobre a melhoria da qualidade da água no principal manancial de abastecimento de Porto Alegre e de cidades do entorno do lago.

Com exceção de NH<sub>3</sub> no ponto 36, não houve alterações significativas de qualidade nos pontos à montante da área de influência direta – AID ao SES Ponta da Cadeia. Os testes puderam confirmar que houve melhoria significativa na qualidade da água em relação aos parâmetros DBO no ponto 50, no canal de navegação a jusante do antigo lançamento de esgotos da Ponta da Cadeia, e nos pontos 41B e 45E na margem esquerda, captações de água do Menino Deus e da Tristeza respectivamente. Quanto à contaminação fecal, observou-se redução significativa de ECOLI também nos pontos 50, 41B e 45E. O ponto 45E apresentou melhoria significativa nos parâmetros NH<sub>3</sub> e PTOT, enquanto que o ponto 41B apresentou melhoria no parâmetro NH<sub>3</sub> (Tabela 1). Provavelmente obras de saneamento na sub-bacia do Arroio Cavalhada, incluídas no Programa Integrado Socioambiental – PISA também contribuíram com essa melhoria significativa na margem esquerda do lago, reafirmando a importância dos investimentos públicos da autarquia em saneamento para garantir melhoria da qualidade do ambiente para a população.



Ao final do texto deverão aparecer as **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**, utilizando fonte Times New Roman, **corpo 10**, alinhamento de parágrafo justificado e espaçamento de parágrafo de 6 pontos (depois). No início de cada item bibliográfico deverá ser usado um marcador de numeração crescente, de acordo com exemplo abaixo.

*2 linhas em branco, fonte Times New Roman, corpo 10*

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.772: água: determinação de fósforo**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. 9 p.
2. Andrade, R. R. **Variação temporal do fitoplâncton em um ponto amostral do Lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil**. Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-graduação em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Dissertação de Mestrado, 187 pp.
3. Andrade, R. R.; Colares, E. R. C.; Krigger, S. S.; Maizonave, C. R. M.; Morandi, I. C.; **Lago Guaíba (RS): índice de qualidade da água – IQA, 2000 a 2009**, Ecos Técnica, Maio, 2014
4. Andrade, R. R. & GIROLDO, D. **Limnological characterization and phytoplankton seasonal variation in a subtropical shallow lake (Guaíba Lake, Brasil): a long-term study**. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 26, nº 4, p. 442-456.
5. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and waste water**. 20. ed. Washington, DC: Academic Press, 1998.
6. Bendati, M. M.; Schwarzbach, M. S. R.; Maizonave, C. R. M.; Almeida, L. B.; Bringhenti, M. L.: **Avaliação da qualidade da água do Lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) como suporte para a gestão da bacia hidrográfica**; In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental; ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.
7. ECOPLAN. **Plano da Bacia Hidrográfica do Lago Guaíba**. Porto Alegre, ECOPLAN, 2016. 35p.
8. Faria, C. M. & Lerch, E. C. **Saneamento da Praia de Ipanema. O resgate da qualidade de suas águas**. Porto Alegre, DMAE, Ecos Pesquisa, 1999, nº1, 22 p.
9. Hammer, Ø.; Harper, D. A. T.; Ryan, P. D. **PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis**. Paleontological Association, 2001.
10. Jordão E. P., Pessoa, C. A. **Tratamento de esgoto doméstico** – Ed. ABES. Rio de Janeiro, 2005.
11. Kleerekoper, H.; **Introdução ao estudo da Limnologia**; 2ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1990. 248 p.
12. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. Porto Alegre, Departamento Municipal de Água e Esgotos (org.), 2015, 3 volumes.
13. United States Environmental Protection Agency (USEPA). 1986. **Method 300.7. Dissolved sodium, ammonium, potassium, magnesium and calcium in wet deposition by chemically suppressed ion chromatography**. USEPA.