

II- 648 - PLANO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA BARRAGEM MÃE D'ÁGUA

Louidi Lauer Albornoz⁽¹⁾

Engenheiro Químico pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre e Doutor em Engenharia, área de concentração: Ciência e Tecnologia de Materiais pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais (PPGE3M/UFRGS). Técnico de laboratório no Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da UFRGS.

Endereço⁽¹⁾: Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - CEP: 91501-970 - Brasil - Tel: (51) 33086309 - e-mail: louidi.lauer@ufrgs.br

João Julio Klüsener⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Mestre em Engenharia Civil pela UFSM. Engenheiro Civil da UFRGS. Doutorando em Engenharia pelo PPGE3M/UFRGS.

Endereço⁽²⁾: Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - CEP: 91501-970 - Brasil - Tel: (51) 33086678 - e-mail: joaojulio@ufrgs.br

Jéssica Sindiana Pletsch⁽³⁾

Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Química pela UFRGS. Técnica de laboratório no IPH da UFRGS.

Endereço⁽³⁾: Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - CEP: 91501-970 - Brasil - Tel: (51) 33086309 - e-mail: sindiplatsch@gmail.com

Andréa Moura Bernardes⁽⁴⁾

Engenheira Química pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Mestre em Engenharia, área de concentração: Ciência e Tecnologia de Materiais pelo PPGE3M/UFRGS. Doutora em Engenharia de Materiais - Technische Universität Berlin/Alemanha. Professora Titular da Escola de Engenharia da UFRGS.

Endereço⁽⁴⁾: Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - CEP: 91501-970 - Brasil - Tel: (51) 33089428 - e-mail: amb@ufrgs.br

Salatiel Wohlmuth da Silva⁽⁵⁾

Engenheiro de Bioprocessos pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Mestre e Doutor em Engenharia, área de concentração: Ciência e Tecnologia de Materiais pelo PPGE3M/UFRGS. Doutor em Engenharia e Produção Industrial pela Universitat Politècnica de València/Espanha. Professora Adjunto do IPH da UFRGS.

Endereço⁽⁴⁾: Av. Bento Gonçalves, 9500 - Porto Alegre - RS - CEP: 91501-970 - Brasil - Tel: (51) 33086564 - e-mail: salatielws@gmail.com

RESUMO

O desenvolvimento acelerado do Brasil nas últimas décadas, principalmente em grandes cidades, provocou uma piora na qualidade da água dos corpos hídricos o que provoca milhares de mortes por doenças de veiculação hídrica. Em locais de intensa urbanização, como regiões metropolitanas, esse quadro se agrava, uma vez que os municípios, são afetados pelas condições de saneamento de seus vizinhos. Assim, aos gestores municipais, não basta promover o saneamento em sua cidade, é necessário o planejamento conjunto para o saneamento dessas cidades. A Barragem Mãe D'Água, é um reservatório implantado em um dos afluentes do Arroio Dilúvio em Porto Alegre/RS, e possui 4 arroios afluentes no município de Viamão/RS. Portanto a qualidade da água dos arroios de Viamão/RS interfere na qualidade da água nos arroios de Porto Alegre/RS. O presente trabalho

realizou a coleta mensal de amostras da água na barragem Mãe D'água e em um de seus arroios afluentes, durante 12 meses (agosto de 2020 até agosto de 2021). Depois, foi feita a caracterização físico-química de 4 pontos diferentes no entorno e no interior da Barragem Mãe D'Água para comparar o impacto dos esgotos gerados pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e dos esgotos gerados pelas residências de Viamão/RS. Os resultados de caracterização indicam que Viamão/RS contribui com lançamento de esgotos *in natura* na Barragem Mãe D'Água. Foram observados elevados valores de concentração de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), fósforo total (FT), nitrogênio total Kjeldahl (NTK) e nitrogênio amoniacal (NH_4^+). Durante o trabalho, a universidade ligou a sua rede interna na rede municipal de Porto Alegre/RS, (rede operada e mantida pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos - DMAE), e mesmo assim não ocorreu uma variação significativa na qualidade da água no interior e na saída da Barragem Mãe D'Água, indicando que o lançamento de esgotos provenientes da cidade de Viamão/RS ocasiona o maior impacto no local. Desta forma, pode-se concluir que o saneamento deve ser planejado preferencialmente de maneira integrada sobre as bacias hidrográficas.

PALAVRAS-CHAVE: Impacto ambiental, Qualidade d'água, Caracterização físico-química, Barragem Mãe D'Água.

INTRODUÇÃO

Água limpa e tratamento de esgotos estão apresentados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas tendo em conta o ano de 2030 para os países em desenvolvimento, com grandes populações dispersas em grandes áreas, como é o caso do Brasil. O fracasso em atingir essas metas resultará em milhares de mortes por doenças de veiculação hídrica como diarreia, poliomielite e esquistossomose (UNDP, 2020).

O panorama atual do Brasil mostra que a coleta de esgotos sanitários atinge 54,1% da população brasileira, porém, quase 100 milhões de brasileiros não possuem acesso a esse serviço (SNIS, 2019). Dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico de 2017, mostram que em 36 das 100 maiores cidades do Brasil, menos de 60% da população possui coleta de esgoto (SNIS, 2019).

Por sua vez, o índice de tratamento de esgotos médio no Brasil é de 49,1% e apenas 21 das 100 maiores cidades do país tratam mais de 80% dos esgotos, sendo a maioria dessas localizadas no Sudeste do Brasil (SNIS, 2019; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019). Segundo dados do DataSUS em 2018, mais de 230 mil internações e 2.180 óbitos por doença de veiculação hídrica foram registradas no Brasil (DATASUS, 2018).

O Estado do Rio Grande do Sul, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – 2018, apresentou apenas 32,29% e 25,87% de coleta e tratamento de esgotos, respectivamente (SNIS, 2018). Nesse estado, cidade de Porto Alegre apresentou 90,47% de coleta e 49,10% de tratamento de esgotos, segundo o Ranking de Saneamento 2020 (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020).

Entretanto, o saneamento não pode ser tratado individualmente por município, pois a inexistência de sistemas de tratamento de esgotos em uma cidade pode afetar os municípios vizinhos, uma vez que os corpos hídricos ultrapassam as divisões do mapa político. Esse é o caso da barragem Mãe D'Água, localizada no Campus do Vale da UFRGS em Porto Alegre. A referida barragem recebe quatro afluentes do Município vizinho, Viamão/RS, que, cuja falta de saneamento básico, contaminam os recursos hídricos já dentro da cidade de Porto Alegre/RS.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral ilustrar a importância de desenvolver o saneamento utilizando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, uma vez que os municípios são afetados diretamente pela condição dos sistemas de esgotamento sanitário de seus lindeiros. O trabalho realizará o monitoramento da qualidade da água na barragem Mãe D'Água, no Campus do Vale da UFRGS em Porto Alegre/RS; bem como a qualidade da água em um de seus arroios afluentes no Município de Viamão/RS. Com isso, espera-se traçar um comparativo entre as duas fontes de poluição, e desta forma avaliar o impacto da poluição por esgotos domésticos em municípios vizinhos, dentro de uma mesma rede de drenagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo de caso compreende a barragem Mãe D'água, em Porto Alegre/RS, e o final de um de seus arroios afluentes no município de Viamão/RS. Durante o período de monitoramento foram realizadas 12 amostragens, com periodicidade mensal, em s quatro pontos de coleta, sendo: o P1 – Ponto no arroio afluente a barragem – em Viamão/RS; P2 – Entrada do efluente na estação recuperadora da qualidade ambiental (ERQA); P3 –

Barragem Mãe D'Água a jusante da descarga do esgoto da ERQA; P4 – Vertedouro da barragem. Na Tabela 1 estão apresentados os valores de latitude e longitude e na Figura 1 uma imagem do Google Maps com detalhamento de cada ponto de coleta.

Tabela 1: Localização, latitude e longitude de cada pontos de coleta da coleta deste trabalho.

Ponto	Localização	Latitude	Longitude
1	Ponte de ligação entre o Campus do Vale e a Vila Universitária (Viamão), caracterizando poluição proveniente de Viamão.	30°04'19,81"S	51°07'02,14"O
2	Entrada do efluente na Estação Recuperadora da Qualidade Ambiental (ERQA), caracterizando poluição proveniente do Anel Viário do Campus do Vale.	30°04'24,84"S	51°07'04,95"O
3	Barragem Mãe D'Água a jusante da descarga do efluente da ERQA, caracterizando um ponto de mistura – e a qualidade da água reservada.	30°04'24,50"S	51°07'02,93"O
4	Vertedouro, caracterizando o efluente da barragem	30°04'28,39"S	51°07'07,73"O

DATUM: WGS 84



Figura 1: Localização dos pontos de coleta deste trabalho com detalhamento da área da Barragem Mãe D'Água em relação a UFRGS e a cidade de Viamão/RS.

Os locais de amostragem, conforme diretrizes da NBR 9897 (ABNT, 1987), foram escolhidos em torno dos pontos de lançamento de esgotos, determinando assim o dano que a poluição poderia estar ocasionando aos seres humanos e à vida aquática, ou de pontos de confluência de poluentes, sendo que todos esses pontos são georreferenciados. O ponto 1 caracteriza a contribuição pontual de esgotos provenientes do anel viário do Campus do Vale. O ponto 2 caracteriza a poluição difusa de residências da Vila Santa Isabel, no Município de Viamão. O ponto 3, caracteriza a água do reservatório, imediatamente após o lançamento de esgotos do vale e o ponto 4 a água no final da barragem.

Entendeu-se que o ponto P1 representaria inicialmente uma parcela significativa da poluição proveniente do município de Viamão (Figura 2), embora a barragem tenha ainda mais 3 afluentes de Viamão que também contribuem para a poluição da barragem. Entretanto, por limitações de equipe, logística, segurança e dado o período de pandemia, não foi possível iniciar o monitoramento nestes outros afluentes.



Figura 2: Coletas de amostra do Ponto 1 ao longo do período de estudo onde é evidenciado que ocorre o visível lançamento esgoto não tratado a céu aberto desde a primeira coleta.

O ponto de coleta P2 está localizado na entrada da antiga estação de tratamento de esgotos do anel viário do campus do vale (denominada na época de sua criação de Estação Recuperadora de Qualidade Ambiental - ERQA). Este ponto representa a maior contribuição de esgotos do anel viário do Campus do Vale. Cabe salientar que no último ano, esse ponto apresentou vazões extremamente baixas, pois o Campus está sem atividades em função da pandemia. Além disso, nas últimas coletas a vazão foi irrisória. Isso porque a rede de esgotos do campus está em fase de interligação com a rede do DMAE, sendo essa obra em fase de conclusão (Figura 3).



Figura 3: Coletas de amostra do Ponto 2, no ponto de entrada de esgoto da ERQA/UFRGS, ao longo do estudo.

O ponto de coleta P3 está localizado dentro da área de alague, próximo a margem, imediatamente a jusante do lançamento de esgotos da ERQA (Figura 4). Entendemos que esse é um ponto que caracteriza a pior situação da qualidade da água, pois é nele que se acumulam as fontes de poluição.



Figura 4: Coletas de amostra do Ponto 3, no interior da Barragem Mãe D'Água, ao longo do estudo.

O ponto de coleta P4 corresponde ao efluente de todo o sistema (vertedor da barragem). Ponto que representa a qualidade da água após a mistura e diluição da poluição na barragem (Figura 5). A barragem nesse caso, tem funcionado de forma semelhante a uma lagoa de estabilização, uma vez que os resíduos tendem a sedimentar ao longo da área de alague. A coleta é feita no topo do vertedor.



Figura 5: Coletas de amostra do Ponto 4, no vertedouro da Barragem Mãe D'Água, ao longo do estudo.

O monitoramento teve início em agosto de 2020 e a conclusão do monitoramento foi em agosto de 2021, totalizando assim 12 meses e 12 coletas. De forma complementar ao monitoramento da qualidade da água, serão realizadas as medidas de vazão do esgoto do campus universitário lançados na barragem Mãe D'água, por meio de um dispositivo tipo calha Parshall, junto ao Ponto 2 de coleta.

As amostragens foram realizadas segundo o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras - Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos (ANA, 2011), e as amostras foram analisadas conforme metodologia internacional (AWWA, 2012). Os parâmetros físico-químicas a serem analisados foram baseados na norma NBR 9897 (ABNT, 1987). Ao todo, foram analisados 31 parâmetros físico-químicos e microbiológicos conforme Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros analisados durante o monitoramento da barragem Mãe D'Água.

Número	Análise	Unidade
1	Acidez	mg/L CaCO ₃
2	Alcalinidade	mg/L CaCO ₃
3	Oxigênio dissolvido (OD)	mg/L O ₂
4	Condutividade elétrica (CE)	µS cm ⁻¹
5	pH	-
6	Turbidez	UTN
7	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	mg/L O ₂
8	Demanda química de oxigênio (DQO)	mg/L O ₂
9	Fósforo total (FT)	mg/L P-PO ₄ ⁻³
10	Nitrogênio total Kjeldahl (NTK)	mg/L N - NH ₄ ⁺
11	Nitrogênio amoniacal (NH ₄ ⁺)	mg/L N - NH ₄ ⁺
12	Fluoreto	mg/L F ⁻
13	Cloreto	mg/L Cl ⁻
14	Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻
15	Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻
16	Fosfato	mg/L PO ₄ ⁻³
17	Sulfato	mg/L SO ₄ ⁻²
18	Sódio	mg/L Na ⁺
19	Amônio	mg/L NH ₄ ⁺
20	Potássio	mg/L K ⁺
21	Magnésio	mg/L Mg ²⁺
22	Cálcio	mg/L Ca ²⁺
23	Sólidos totais (ST)	mg/L
24	Sólidos totais fixos (STF)	mg/L
25	Sólidos totais voláteis (STV)	mg/L
26	Sólidos dissolvidos totais (SDT)	mg/L
27	Sólidos dissolvidos fixos (SDF)	mg/L
28	Sólidos dissolvidos voláteis (SDV)	mg/L
29	Sólidos suspensos totais (SST)	mg/L
30	Sólidos suspensos fixos (SSF)	mg/L
31	Sólidos suspensos voláteis (SSV)	mg/L

RESULTADOS

O monitoramento da qualidade das 12 coletas de amostras coletadas permitiu caracterizar cada ponto de coleta de maneira completa, em relação as concentrações médias e flutuações ao longo do ano. Em relação a escolha dos pontos de coleta pode-se concluir que:

- Ponto 1 – A análise deste ponto permite uma caracterização da poluição difusa proveniente de Viamão/RS. Cabe salientar que este ponto representa apenas 1 dos 4 arroios afluentes provenientes de Viamão/RS. Nesse ponto a presença de esgoto a céu aberto é evidente;
- Ponto 2 – A análise deste ponto permite uma caracterização da poluição concentrada do anel viário do campus da UFRGS. Nesse caso, já foi possível observar que a carga proveniente da UFRGS no último ano foi extremamente baixa, pois a vazão nesse ponto foi muito pequena, bem como a concentração de matéria orgânica, sempre abaixo dos limites de padrão de lançamento de efluentes. Cabe ainda ressaltar que a concentração de matéria orgânica nesse ponto foi inferior ao do ponto 1, mesmo com uma vazão menor. Então para efeitos comparativos, a poluição difusa de Viamão/RS se demonstrou nesse último ano muito superior a poluição pontual do anel viário do Campus do Vale;
- Ponto 3 – A análise desse ponto representa a caracterização da água na área de alagüe. Embora seja um ponto próximo a margem, que tem apresentado alta concentração de matéria orgânica, boa parte dessa matéria também se deve aos resíduos da vegetação sobrenadante etc.;
- Ponto 4 – A análise do efluente da barragem, no vertedor, representa a qualidade da água após a mistura e diluição da poluição no alagüe, ou seja, após o “pré-tratamento” proporcionado pela própria barragem.

Todas as coletas foram realizadas em período sem chuva, com exceção da segunda coleta em que foi realizada em período de chuva o que explica o valor elevado de vazão nessa coleta. Observa-se que as vazões medidas no Ponto 2 estão situadas abaixo de 500 m³/d, sendo essa vazão utilizada para a comparação dos valores de concentração de lançamento de esgoto em relação a resoluções ambientais (Tabela 3).

A análise do monitoramento da vazão no Ponto 2, onde ocorre o lançamento de esgoto do campus universitário não tratado na barragem Mãe D'Água, foi interrompida depois da ligação da rede de esgotos do campus na rede do DMAE. Assim, após a 8ª campanha não foi possível realizar a coleta da amostra do Ponto 2. A ligação da rede do anel viário na rede do DMAE, rede do município de Porto Alegre, se deu como solução da administração da universidade para os esgotos gerados no Campus do Vale.

Tabela 3: Valores de vazão do lançamento de esgoto do ponto 2 na barragem Mãe D'Água.

Coleta	Vazão	
	L/s	m ³ /d
1º	1.16	100.22
2º	3.9	336.96
3º	1.1	90.72
4º	1.15	99.36
5º	0.8	69.12
6º	0.67	57.89
7º	0.53	45.79

Para facilitar as discussões e interpretações os resultados dos parâmetros da Tabela 2 foram divididos em subgrupos. Também serão utilizadas a comparação dos diferentes pontos de coleta em relação ao atendimento das concentrações de lançamento de esgoto apresentadas na Resolução do CONSEMA N° 355/2017 (CONSEMA, 2017). Salientamos que os pontos de coleta 1, 3 e 4 não são considerados como um ponto de lançamento de esgoto do campus universitário, porém, para fins de comparação com o Ponto 2, adotaremos a comparação desses pontos de coleta com as resoluções acima mencionadas, sendo considerada a vazão do Ponto 2 como a mesma vazão dos outros pontos. Os valores exigidos pela referida resolução estão apresentados no rodapé de cada Tabela em relação a vazão de esgoto.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de concentração de acidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica (CE), pH e turbidez ao longo das 12 coletas realizadas. Observa-se que, em geral, os valores de concentração do Ponto 1 são superiores aos encontrados no Ponto 2, salientando que o OD no Ponto 2 é superior ao Ponto 1, o que pode indicar que a maior contribuição da poluição na Barragem Mãe D'Água é devido ao lançamento de esgotos não tratados provenientes da cidade de Viamão (VON SPERLING, 2014).

Os resultados de pH encontrados nos pontos P1 e P2, quando comparados com os valores apresentados na Resolução do CONSEMA nº 355/2017 para o lançamento de esgoto na natureza apresentam valores em conformidade aos exigidos por tal Resolução.

Os valores de turbidez nos pontos P3 e P4 são superiores aos encontrados nos outros pontos, pois esses pontos estão localizados no interior da Barragem Mãe D'Água. Essa Barragem ao longo de décadas vem recebendo esgotos in natura e sedimentos o que ocasionou um acúmulo de matéria orgânica sedimentada e em suspensão na Barragem Mãe D'Água. Observa-se que a lâmina d'água da remanescente na barragem é de aproximadamente 30-40 cm o que é um valor muito inferior aos valores originais projetados para Barragem, que estavam em torno de 7 m de profundidade. Essa pequena lâmina d'água provoca constante revolvimento da matéria orgânica presente no leito e, portanto, ocasionando um valor elevado de turbidez (TOMPERI et al., 2020).

Tabela 4: Valores de concentração de acidez, alcalinidade, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, pH e turbidez ao longo das 12 coletas realizadas.

Coleta	Ponto de coleta	Acidez	Alcalinidade	OD	CE	pH	Turbidez
		mg/L CaCO ₃	mg/L CaCO ₃	mg/L O ₂	µS cm ⁻¹	-	UNT
1º	1	7	76	2.4	267	6.39	8
	2	3	22	4.0	179	6.3	15
	3	17	67	3.6	209	6.13	176
	4	16	173	1.9	407	6.65	127
2º	1	9	64	2.4	199	6.2	15
	2	9	72	5.1	215	6.41	28
	3	6	53	3.2	233	6.09	66
	4	9	78	1.5	544	6.97	89
3º	1	14	159	1.1	501	5.9	818
	2	6	51	4.3	194	6.11	35
	3	15	84	3.6	217	6.34	32
	4	15	185	2.8	393	6.88	167
4º	1	24	112	2.0	399	7.01	103
	2	15	61	2.7	431	7.13	29
	3	12	93	2.3	419	6.95	76
	4	23	167	2.3	487	6.98	60
5º	1	35	93	1.9	403	7.11	8
	2	30	71	2.9	409	7.21	19
	3	57	104	2.1	443	7.02	81
	4	42	116	2.3	514	7	19
6º	1	11	116	2.0	544	7.14	57
	2	9	55	3.8	355	7.06	9
	3	16	97	2.9	360	6.62	237
	4	24	122	2.2	499	7.83	14
7º	1	42	167	2.2	524	7.39	83
	2	2	6	3.5	245	7.28	3
	3	27	108	1.9	332	7.04	25
	4	19	78	2.6	528	7.18	15
8º	1	13	54	2.9	537	6.95	3
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	19	80	3.1	561	7.58	13
	4	48	203	2.4	703	7.24	83
9º	1	11.5	102.8	2.0	351	7	13
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	18.0	111.2	1.9	401	7	29
	4	19.0	205.5	2.3	379	7	90
10º	1	9	108	2.0	417	7.36	30
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	15	107	1.8	397	7.17	19
	4	20	211	1.7	503	7.24	32
11º	1	6.1	128	1.7	452	6.16	316
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	8.5	87	3.3	381	6.47	76
	4	5.7	170	3.5	338	6.29	23
12º	1	7.6	125	3.1	215	6.17	11
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	7.1	129	2.5	159	6.62	15
	4	13.2	224	2.1	498	6.83	114

CONSEMA
355/2017

Entre
6,0 e 9,0

Onde: N.C – Não coletado; N.R – Não realizado; N.D – Não detectado.

Na Tabela 5 estão apresentados os valores de concentração de DBO, DQO, FT, NTK e NH_4^+ ao longo das 12 coletas realizadas. Esses parâmetros estão ligados diretamente a medida da concentração devida à poluição devido a compostos orgânicos (DQO, DBO) e nutrientes (FT, NTK e NH_4^+). Os valores de concentração de DQO, DBO, NH_4^+ e, principalmente, FT em diversas coletas do Ponto 1 apresentaram valores superiores aos exigidos pela Resolução do CONSEMA nº 355/2017, indicados pela coloração em vermelho na Tabela 5.

Esse comportamento corrobora com os menores valores de concentração do parâmetro de OD neste ponto e indicando que neste local ocorre a maior contribuição de poluição na Barragem Mãe D'Água, pois os valores de concentração desses parâmetros no Ponto 2 foram, em geral, inferiores ao Ponto 1. Outro fato que deve ser salientado é que após a ligação da rede de esgotamento do Campus do Vale, e por consequência, extinção do Ponto 2 a qualidade da água da Barragem Mãe D'Água não apresenta uma variação positiva nem negativa o que indica que o principal ponto de poluição da Barragem é o Ponto 1.

Os valores de concentração de fluoreto, cloreto, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato, sódio, amônio, potássio, magnésio e cálcio ao longo das 12 coletas realizadas estão apresentados na Tabela 6. O fluoreto é único parâmetro que está presente na Resolução do CONSEMA nº 355/2017 e pela análise dos resultados encontrados para esse parâmetro todos os pontos de coleta apresentaram valores inferiores exigidos pela legislação ambiental vigente.

Os resultados de concentração encontrados apresentam uma grande variação ao longo das coletas realizadas, porém pode-se observar que os valores de NH_4^+ e NO_2^- , que são considerados indicadores de poluição recente, encontrados no Ponto 1 são superiores aos do Ponto 2 o que indica que o esgoto lançado nesse ponto contribui de maneira significativa na qualidade da água. Esse comportamento corrobora com os resultados encontrados nas Tabela 4 e Tabela 5 em que a qualidade da água da Barragem Mãe D'Água não apresenta uma variação positiva nem negativa com a extinção do Ponto 2.

Os valores das diversas frações de sólidos analisados nesse trabalho, ST, STF, STV, SDT, SDF, SST, SSF e SSV, mostram que ocorre uma grande variação ao longo das 12 coletas realizadas (Tabela 7). Como apresentado anteriormente os valores do Ponto 1 foram, em geral, superiores aos encontrados pelo Ponto 2, enquanto ocorreu a coleta desse ponto. Outro fato que deve ser destacado é a elevada concentração de SST, único parâmetro enquadrado na Resolução do CONSEMA nº 355/2017, no Ponto 3 devido à baixa lâmina d'água presente nesse local. Esse resultado está de acordo com os valores de turbidez elevados e apresentados na Tabela 4.

Tabela 5: Valores de concentração de DBO, DQO, FT, NTK e NH₄⁺ ao longo das 12 coletas realizadas.

Coleta	Ponto de coleta	DBO	DQO	FT	NTK	NH ₄ ⁺
		mg/L O ₂	mg/L O ₂	mg/L P-PO ₄ ³⁻	mg/L N - NH ₄ ⁺	mg/L N - NH ₄ ⁺
1º	1	30	61	9	N.R	6
	2	20	42	6	N.R	2
	3	60	117	6	N.R	3
	4	30	66	5	N.R	15
2º	1	5	12	1	3	2
	2	10	28	3	6	5
	3	6	16	3	12	5
	4	14	37	2	19	9
3º	1	200	435	12	35	14
	2	16	35	4	19	7
	3	9	17	6	14	5
	4	60	104	14	38	15
4º	1	24	162	5	21	12
	2	4	141	3	20	12
	3	7	119	3	16	11
	4	6	324	5	24	16
5º	1	40	90	5	14	12
	2	60	118	10	10	9
	3	70	127	7	12	9
	4	60	91	11	21	18
6º	1	12	47	4	27	14
	2	16	64	2	12	6
	3	49	51	3	36	20
	4	29	74	4	23	12
7º	1	45	501	10	35	23
	2	8	50	2	9	5
	3	19	84	4	23	15
	4	15	73	8	31	18
8º	1	16	38	4	21	14
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	26	64	2	11	9
	4	67	161	12	26	19
9º	1	2	57	3	12	11
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	5	69	4	12	11
	4	10	176	5	26	20
10º	1	7	147	2	17	9
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	17	58	2	16	10
	4	24	73	8	21	16
11º	1	42	419	7	25	15
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	28	107	4	11	7
	4	23	79	4	20	16
12º	1	32	59	3.6	15	11
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	9	20	1	10	8
	4	68	128	10	20	17
CONSEMA 355/2017		120 (Q < 100 m ³ /d) e 110 (100 < Q < 500 m ³ /d)	330 (Q < 100 m ³ /d) e 330 (100 < Q < 500 m ³ /d)	4 (Q < 100 m ³ /d) e 3 (100 < Q < 500 m ³ /d)		20 (Q < 100 m ³ /d) e 20 (100 < Q < 500 m ³ /d)

Tabela 6: Valores de concentração de fluoreto, cloreto, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato, sódio, amônio, potássio, magnésio e cálcio ao longo das 12 coletas realizadas.

Coleta	Ponto de coleta	Fluoreto mg/L F ⁻	Cloreto mg/L Cl ⁻	Nitrito mg/L NO ₂ ⁻	Nitrato mg/L NO ₃ ⁻	Fosfato mg/L PO ₄ ³⁻	Sulfato mg/L SO ₄ ²⁻	Sódio mg/L Na ⁺	Amônio mg/L NH ₄ ⁺	Potássio mg/L K ⁺	Magnésio mg/L Mg ²⁺	Cálcio mg/L Ca ²⁺
1º	1	0.1	4.3	0.1	1.5	0.5	2.7	4.9	3.8	1.1	1.0	4.0
	2	0.1	1.1	N.D	2.6	N.D	3.6	3.2	1.9	0.9	0.7	3.3
	3	0.1	3.1	N.D	0.6	N.D	2.7	3.6	2.7	1.0	0.9	4.1
	4	0.1	6.4	2.8	0.2	0.9	2.0	7.8	5.0	1.7	1.3	6.0
2º	1	0.2	13.9	N.D	32.1	1.9	28.1	14.8	0.1	4.0	3.3	16.2
	2	0.3	10.5	N.D	35.2	1.4	19.7	9.5	1.6	4.4	2.5	19.6
	3	0.1	6.9	N.D	20.5	1.2	18.6	8.2	0.1	3.1	2.3	12.9
	4	0.0	10.4	N.D	31.1	1.8	27.5	11.5	0.4	4.9	3.4	19.7
3º	1	0.3	36.9	11.8	59.1	7.3	112.8	60.9	N.D	6.9	4.0	18.9
	2	0.8	19.1	N.D	48.8	2.4	35.3	16.7	3.4	5.9	2.9	12.2
	3	0.2	18.3	0.1	24.5	1.1	15.8	21.4	N.D	4.6	3.5	12.7
	4	0.1	4.1	N.D	10.2	0.2	3.2	38.6	N.D	7.8	5.8	25.8
4º	1	0.4	29.9	N.D	5.7	2.6	19.3	4.1	1.0	5.1	3.6	13.6
	2	0.7	20.3	N.D	1.9	0.5	18.1	2.4	N.D	4.3	3.0	15.3
	3	0.4	25.4	N.D	3.6	1.3	6.0	3.6	0.9	6.4	4.0	14.3
	4	0.4	17.6	N.D	0.7	0.1	6.1	5.2	N.D	4.4	4.9	11.0
5º	1	0.4	29.5	5.9	19.7	2.9	57.4	21.2	1.6	4.3	3.0	13.2
	2	0.7	16.6	1.6	18.3	1.4	25.4	7.9	2.3	3.9	2.3	12.6
	3	0.4	16.2	0.1	9.9	1.0	15.2	9.2	1.2	3.8	2.7	11.0
	4	0.3	15.1	2.8	8.5	1.3	12.5	15.8	2.7	4.7	3.8	15.6
6º	1	1.1	62.6	N.D	0.2	2.2	123.9	21.2	1.6	4.3	3.0	13.2
	2	1.5	31.7	1.6	2.7	1.4	50.2	7.9	2.3	3.9	2.3	12.6
	3	0.9	27.1	0.1	0.1	0.4	32.7	9.2	1.2	3.8	2.7	11.0
	4	0.9	36.8	N.D	0.2	3.6	23.9	15.8	2.7	4.7	3.8	15.6
7º	1	1.0	32.3	1.2	3.1	4.0	79.2	23.5	2.8	11.9	8.5	10.5
	2	1.1	23.6	0.1	0.6	1.5	46.9	11.7	0.8	6.5	5.8	11.0
	3	0.9	24.9	N.D	2.4	0.6	26.0	15.6	0.8	6.1	7.0	12.2
	4	0.9	35.4	0.6	2.9	2.8	21.0	21.9	0.8	9.5	8.7	11.5
8º	1	0.9	26.6	0.3	2.3	1.5	38.3	14.5	0.8	7.5	6.8	8.0
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	1.0	28.1	0.3	2.0	0.9	39.5	13.3	0.8	6.9	6.3	9.9
	4	1.1	46.5	0.4	3.7	3.6	32.0	22.4	0.8	11.0	8.2	12.7
9º	1	0.3	26.6	0.3	3.1	1.5	38.3	16.6	13.4	7.8	6.7	12.9
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	0.7	28.1	0.3	2.9	0.9	39.5	16.0	13.3	7.5	6.6	15.2
	4	0.5	46.5	0.4	3.5	3.6	32.0	22.7	21.5	9.7	2.7	13.9
10º	1	0.7	38.3	0.9	1.9	1.2	43.7	15.2	7.9	7.8	6.8	11.1
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	0.7	45.2	0.7	1.2	1.9	19.9	12.8	3.7	5.9	6.4	13.1
	4	0.7	36.4	0.8	1.5	1.5	28.0	19.9	9.9	9.4	7.3	13.9
11º	1	0.2	31.2	2.3	3.2	4.4	20.8	13.3	18.5	8.9	6.8	11.1
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	0.1	28.7	0.8	1.9	2.8	24.6	12.9	0.8	6.4	6.8	16.0
	4	0.1	43.9	0.6	2.5	4.1	17.9	21.6	19.8	11.7	9.1	16.2
12º	1	0.5	27.8	2.6	11.0	2.5	47.2	8.4	3.9	2.7	5.3	13.0
	2	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C	N.C
	3	0.5	22.2	0.3	6.1	1.2	21.2	6.2	3.1	2.7	5.2	12.2
	4	0.5	30.2	1.3	6.5	2.4	20.8	11.1	6.4	5.3	7.7	15.2
CONSEMA 355/2017		10										

Tabela 7: Valores de concentração de ST, STF, STV, SDT, SDF, SDV, SST, SSF e SSV ao longo das 12 coletas realizadas.

Coleta	Ponto de coleta	ST	STF	STV	SDT	SDF	SDV	SST	SSF	SSV
		mg/L	mg/L	mg/L						
1º	1	603	236	367	376	147	229	227	89	138
	2	419	164	255	278	109	169	141	55	86
	3	1250	489	761	604	236	368	646	253	393
	4	762	298	464	444	174	271	318	124	193
2º	1	191	176	16	176	163	13	16	12	3
	2	153	121	31	129	108	21	24	14	10
	3	307	159	149	260	130	130	48	29	19
	4	310	181	129	234	123	111	76	58	18
3º	1	380	332	48	238	223	15	157	94	63
	2	255	137	118	240	130	110	15	7	8
	3	178	105	73	52	29	23	149	53	96
	4	718	283	435	666	247	418	53	36	17
4º	1	218	83	135	168	67	101	50	16	34
	2	207	78	129	147	41	106	60	37	23
	3	209	111	98	55	17	38	154	94	60
	4	121	32	89	108	28	80	13	4	9
5º	1	356	291	64	337	287	60	19	4	4
	2	396	264	131	357	255	101	39	9	30
	3	384	241	143	204	97	107	180	144	36
	4	373	266	107	334	247	87	39	19	20
6º	1	439	401	37	372	363	9	67	39	28
	2	216	116	100	198	106	92	18	10	8
	3	870	416	454	206	296	10	664	119	445
	4	357	171	186	317	147	170	40	25	15
7º	1	444	238	206	348	210	138	96	28	68
	2	222	90	132	216	88	128	6	2	4
	3	336	154	182	288	122	166	48	32	16
	4	326	216	110	280	208	72	46	8	38
8º	1	270	203	67	266	201	65	4	2	2
	2	N.C	N.C	N.C						
	3	390	264	126	376	253	123	14	11	3
	4	387	271	116	262	186	76	125	85	40
9º	1	221	174	74	211	169	69	10	5	5
	2	N.C	N.C	N.C						
	3	174	81	148	104	55	104	70	26	44
	4	480	296	184	153	110	43	327	186	141
10º	1	289	222	69	270	216	56	19	6	13
	2	N.C	N.C	N.C						
	3	213	157	56	195	148	47	18	9	9
	4	310	157	153	270	130	140	40	27	13
11º	1	788	338	450	264	116	148	524	222	302
	2	N.C	N.C	N.C						
	3	382	268	114	118	80	38	264	188	76
	4	296	208	88	182	144	38	114	64	50
12º	1	351	225	128	253	181	75	99	43	55
	2	N.C	N.C	N.C						
	3	414	215	203	217	129	102	199	84	105
	4	448	240	208	328	176	152	120	64	56
CONSEMA 355/2017								140 (Q < 100 m³/d) e 125 (100 < Q < 500 m³/d)		

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a ligação do esgoto gerado no campus universitário (Ponto 2) junto a rede coletora ocasionou a extinção da vazão de lançamento de esgoto na barragem Mãe D'Água. Os pontos 1 e 2, até a 7ª coleta, apresentaram diversos parâmetros com valores de concentração superiores aos exigidos pelas legislações ambientais vigentes, o que indica que nesses pontos ocorre o lançamento de esgoto no corpo hídrico.

Entretanto, apesar da referida extinção do Ponto 2, não se pode observar uma variação expressiva na qualidade da água da barragem Mãe D'Água. Tal comportamento pode indicar que a maior contribuição de carga poluidora na barragem Mãe D'Água não é devida ao ponto 2 (campus universitário) e sim dos esgotos lançados *in natura* gerados na cidade de Viamão/RS. Dessa forma fica evidente o impacto da falta de saneamento de uma cidade em municípios vizinhos, e fica clara a importância de planejar as ações de saneamento a partir da bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. NBR 9897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.
2. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Guia nacional de coleta e preservação de amostras - água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, 2011.
3. ALBORNOZ, Louidi Lauer; MARDER, Luciano; BENVENUTI, Tatiane; BERNARDES, Andréa Moura. Electrodialysis applied to the treatment of an university sewage for water recovery. Journal of Environmental Chemical Engineering, v. 7, 2, 102982, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2019.102982>.
4. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Standard methods for examination of the water and wastewater. 22nd Edition. Washington, 2012.
5. CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 02 mar. 2021.
6. CONSEMA. Resolução nº 355, de 13 de julho de 2017. Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2017. Disponível em: http://www.famurs.com.br/wp-content/uploads/2018/03/CONSEMA-355_2017.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.
7. DATASUS. Ministério da Saúde. 2018. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0205&VObj=>. Acesso em: 02 mar. 2021.
8. INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do Saneamento 2019. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking-2019/Relat%C3%B3rio_-_Ranking_Trata_Brasil_2019_v11_NOVO_1.pdf. Acesso em: 02 mar. 2020.
9. INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do Saneamento 2020. Disponível em: http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking_2020/Relatorio_Ranking_Trata_Brasil_2020_Julho_.pdf. Acesso em: 02 mar. 2020.
10. SNIS. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2019/Diagn%C3%B3stico%20SNIS%20AE_2019_Republicacao_04022021.pdf. Acesso em: 02 mar. 2021.
11. TOMPERI, Jani; ISOKANGAS, Ari; TUUTTILA, Tero; PAAVOLA, Marko. Functionality of turbidity measurement under changing water quality and environmental conditions. Environmental Technology, 1-9, 2020. <http://dx.doi.org/10.1080/09593330.2020.1815860>.
12. UNDP. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 02 mar. 2021.
13. VON SPERLING, Marcos. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 4. ed., 2014. ISBN 9788542300536.