

Quadro 29 - Relação entre a dispersão da média (incerteza-padrão) e a dispersão experimental (desvio padrão experimental) dos diferentes parâmetros de qualidade da água da Lagoa dos Barros observados no período entre 06/2009 e 02/2021.

Parâmetro de Análise	Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Estatística Descritiva - Dados Originais			Proporção dos Diferentes Parâmetros de Dispersão		
		Média	Desvio Padrão Experimental, s	Incerteza-Padrão, u	s / Média (%)	u / Média (%)	u / s (%)
DBO ₅ (mg/L O ₂) #	3 fases agrupadas num único período.	1,10	1,12	0,05	101,9	4,3	4,2
Fósforo Total (mg/L P)		0,06	0,02	0,001	39,1	1,7	4,2
pH		7,28	0,66	0,03	9,0	0,4	4,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)		8,44	1,05	0,04	12,4	0,5	4,2
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)		55,14	409,73	17,36	743,0	31,5	4,2
Cianobactérias (cél/mL)		496,13	1320,85	55,77	266,2	11,2	4,2
Clorofíceas (cél/mL)		81,86	252,80	10,67	308,8	13,0	4,2
Diatomáceas (cél/mL)		833,64	1440,66	60,82	172,8	7,3	4,2
Fitoflagelados (cél/mL)		275,81	830,58	35,07	301,1	12,7	4,2
Fitoplâncton (cél/mL)		1693,09	2579,92	109,22	152,4	6,5	4,2

Inclui os dados após o mês 133=janeiro/2020, designados nas análises de laboratório como <0,7 ou <2,0, definidos como =0,7 e =2,0 para as análises estatísticas.

Nota: s / Média = coeficiente de variação (CV); Classe de dispersão: CV ≤ 15% (BAIXA); 15% < CV < 30% (MÉDIA); CV ≥ 30% (ALTA).

Quadro 30a - Dados após exclusão de outliers e extremos - Médias (μ) associadas à "incerteza" representada pelo desvio padrão experimental (S) dos parâmetros de qualidade da água individualizados por ponto de amostragem, nas três diferentes fases de monitoramento em relação à operação da ETE.

Local	Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	DBO ₅ (mg/L O ₂) [#]				Fósforo Total (mg/L P)				pH				Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)			
		Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$
P1	Antes	0,90	0,79	1,69	2,48	0,06	0,02	0,08	0,1	7,12	0,83	7,95	8,78	8,55	0,86	9,41	10,27
	Durante	0,67	0,17	0,84	1,01	0,06	0,01	0,07	0,08	7,91	0,35	8,26	8,61	8,36	0,58	8,94	9,52
	Depois	0,99	0,57	1,56	2,13	0,09	0,01	0,1	0,11	7,83	0,36	8,19	8,55	8,56	0,81	9,37	10,18
P2	Antes	0,75	0,58	1,33	1,91	0,06	0,02	0,08	0,1	7,18	0,62	7,8	8,42	8,54	0,87	9,41	10,28
	Durante	0,71	0,16	0,87	1,03	0,05	0,01	0,06	0,07	7,85	0,34	7,99	8,33	8,39	0,61	9	9,61
	Depois	0,70	0,00	0,70	0,70	0,08	0	0,08	0,08	7,78	0,35	8,13	8,48	8,49	0,85	9,34	10,19
P3	Antes	0,88	0,73	1,61	2,34	0,06	0,02	0,08	0,1	7,18	0,53	7,71	8,24	8,58	0,85	9,43	10,28
	Durante	0,70	0,23	0,93	1,16	0,05	0,01	0,06	0,07	7,55	0,32	7,87	8,19	8,39	0,62	9,01	9,63
	Depois	0,99	0,57	1,56	2,13	0,08	0,01	0,09	0,1	7,71	0,32	8,03	8,35	8,5	0,85	9,35	10,2
P4	Antes	0,80	0,56	1,36	1,92	0,06	0,02	0,08	0,1	7,19	0,51	7,7	8,21	8,64	0,88	9,52	10,4
	Durante	0,83	0,57	1,40	1,97	0,05	0	0,05	0,05	7,59	0,41	8	8,41	8,39	0,68	9,07	9,75
	Depois	1,13	0,65	1,78	2,43	0,08	0,01	0,09	0,1	7,85	0,41	8,06	8,47	8,39	0,96	9,35	10,31
P5	Antes	1,00	0,73	1,73	2,46	0,06	0,02	0,08	0,1	7,28	0,35	7,63	7,96	8,55	0,75	9,3	10,05
	Durante	0,73	0,19	0,92	1,11	0,06	0,02	0,08	0,1	7,6	0,18	7,78	7,96	8,4	0,62	9,02	9,64
	Depois	0,99	0,57	1,56	2,13	0,08	0,01	0,09	0,1	7,89	0,35	8,04	8,39	8,37	0,9	9,27	10,17
P6	Antes	0,69	0,56	1,25	1,81	0,06	0,02	0,08	0,1	7,18	0,51	7,69	8,2	8,65	0,78	9,43	10,21
	Durante	0,85	0,50	1,35	1,85	0,05	0,01	0,06	0,07	7,55	0,33	7,88	8,21	8,43	0,68	9,11	9,79
	Depois	0,70	0,00	0,70	0,70	0,08	0,01	0,09	0,1	7,86	0,27	7,93	8,2	8,46	0,88	9,34	10,22

[#] Inclui os dados após o mês 133=janeiro/2020, designados nas análises de laboratório como <0,7 ou <2,0, definidos como =0,7 e =2,0 para as análises estatísticas.

Quadro 30b - Dados após exclusão de *outliers* e extremos - Médias (μ) associadas à "incerteza" representada pelo desvio padrão experimental (S) dos parâmetros de qualidade da água individualizados por ponto de amostragem, nas três diferentes fases de monitoramento em relação à operação da ETE.

Local	Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Escherichia coli (cél/mL)				Cianobactérias (cél/mL)				Clorofíceas (cél/mL)			
		Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$
P1	Antes	16,8	21,0	37,8	58,8	104,6	178,4	283,0	461,3	13,8	22,1	35,8	57,9
	Durante	6,7	8,9	15,6	24,5	874,3	1194,4	2068,7	3263,1	200,4	267,7	468,1	735,8
	Depois	15,6	25,7	41,3	66,9	24,3	30,4	54,7	85,1	6,3	7,0	13,3	20,3
P2	Antes	12,3	14,8	27,2	42,0	34,7	68,1	102,8	170,9	14,0	19,4	33,4	52,8
	Durante	3,1	3,0	6,1	9,1	433,7	559,1	992,8	1551,9	196,2	275,8	472,1	747,9
	Depois	14,3	17,8	32,1	50,0	16,1	28,3	44,5	72,8	12,8	12,5	25,3	37,8
P3	Antes	11,9	13,9	25,8	39,7	23,7	45,1	68,8	113,9	11,8	18,7	30,5	49,2
	Durante	4,9	5,8	10,7	16,5	615,1	676,1	1291,2	1967,4	64,3	148,2	212,5	360,7
	Depois	8,0	8,0	16,0	23,9	10,6	30,1	40,7	70,7	12,3	17,4	29,7	47,1
P4	Antes	14,6	14,7	29,3	44,0	33,8	70,1	104,0	174,1	13,8	19,2	32,9	52,1
	Durante	4,5	7,8	12,3	20,0	876,6	1165,2	2041,8	3207,1	42,7	48,6	91,3	139,9
	Depois	38,3	61,5	99,7	161,2	10,6	30,1	40,7	70,7	4,7	8,2	12,9	21,1
P5	Antes	16,1	17,0	33,1	50,0	82,6	159,4	242,0	401,3	7,3	12,8	20,1	32,9
	Durante	5,9	7,7	13,6	21,3	149,2	199,9	349,1	549,0	44,1	65,1	109,2	174,2
	Depois	33,9	36,9	70,8	107,8	6,0	9,8	15,8	25,6	3,8	9,0	12,8	21,8
P6	Antes	2,9	3,9	6,9	10,8	133,8	232,7	366,4	599,1	6,9	10,5	17,3	27,8
	Durante	2,0	2,0	4,0	6,0	534,0	605,7	1139,7	1745,4	25,0	28,7	53,7	82,3
	Depois	4,4	5,6	10,0	15,6	27,4	43,6	71,0	114,6	26,0	40,3	66,3	106,6

Quadro 30c - Dados após exclusão de *outliers* e extremos - Médias (μ) associadas à "incerteza" representada pelo desvio padrão experimental (S) dos parâmetros de qualidade da água individualizados por ponto de amostragem, nas três diferentes fases de monitoramento em relação à operação da ETE.

Local	Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Diatomáceas (cél/mL)				Fitoflagelados (cél/mL)				Fitoplâncton (cél/mL)			
		Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$
P1	Antes	117,4	158,5	275,9	434,3	38,2	48,3	86,5	134,7	308,9	358,9	667,8	1026,7
	Durante	2174,5	2203,0	4377,5	6580,4	270,4	514,5	784,9	1299,4	4314,7	3408,5	7723,2	11131,7
	Depois	949,7	1171,6	2121,3	3292,9	29,6	38,6	68,2	106,7	1040,4	1198,0	2238,4	3436,4
P2	Antes	163,8	198,9	362,7	561,7	35,3	43,7	79,0	122,7	436,3	596,2	1032,6	1628,8
	Durante	1861,3	1880,0	3741,3	5621,3	37,6	38,8	76,4	115,2	3873,0	3181,5	7054,5	10236,1
	Depois	894,0	1004,0	1898,0	2902,1	78,2	89,2	167,4	256,6	1009,1	1104,4	2113,5	3217,9
P3	Antes	106,9	152,1	259,0	411,2	51,3	66,2	117,5	183,6	348,9	466,2	815,1	1281,2
	Durante	2548,2	2540,8	5089,0	7629,8	90,5	110,3	200,8	311,2	3787,7	3034,1	6821,7	9855,8
	Depois	918,1	1111,0	2029,1	3140,1	24,6	27,5	52,1	79,6	998,9	1192,6	2191,5	3384,1
P4	Antes	102,1	137,1	239,1	376,2	46,9	67,1	114,0	181,1	526,7	787,0	1313,7	2100,7
	Durante	2194,3	1787,8	3982,1	5769,9	140,4	211,1	351,5	562,6	4120,4	3047,7	7168,1	10215,7
	Depois	849,2	931,5	1780,7	2712,2	40,2	25,1	65,3	90,4	932,0	1024,6	1956,6	2981,2
P5	Antes	110,8	124,9	235,7	360,7	37,2	63,5	100,7	164,3	427,6	585,7	1013,3	1598,9
	Durante	1816,1	1774,5	3590,6	5365,1	278,4	496,5	774,9	1271,4	3597,4	3050,7	6648,1	9698,8
	Depois	788,9	998,0	1786,8	2784,8	30,1	30,5	60,6	91,0	1320,3	2238,1	3558,4	5796,5
P6	Antes	125,9	153,9	279,8	433,7	29,8	38,3	68,2	106,5	348,6	447,2	795,8	1242,9
	Durante	1486,2	1345,2	2831,4	4176,5	54,9	53,1	108,1	161,2	4613,6	4428,2	9041,8	13470,0
	Depois	998,3	1084,1	2082,4	3166,6	33,9	47,2	81,1	128,3	1219,6	1401,6	2621,2	4022,8

Quadro 31 - Análise global da lagoa - Dados após exclusão de *outliers* e extremos - Médias (μ) associadas à "incerteza" representada pelo desvio padrão experimental (S) dos parâmetros de qualidade da água, nas três diferentes fases de monitoramento em relação à operação da ETE.

Parâmetro de Qualidade da Água	Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Média, μ	Desvio Padrão, S	$\mu + 1 S$	$\mu + 2 S$
DBO ₅ (mg/L O ₂) [#]	Antes	0,82	0,64	1,46	2,10
	Durante	0,69	0,21	0,90	1,11
	Depois	0,70	0,00	0,70	0,70
Fósforo Total (mg/L P)	Antes	0,06	0,02	0,08	0,10
	Durante	0,05	0,01	0,06	0,07
	Depois	0,08	0,01	0,09	0,10
pH	Antes	7,16	0,59	7,75	8,34
	Durante	7,61	0,31	7,92	8,23
	Depois	7,72	0,31	8,03	8,34
Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)	Antes	8,58	0,82	9,40	10,22
	Durante	8,39	0,62	9,01	9,63
	Depois	8,46	0,84	9,30	10,14
Escheríchia coli (cél/mL)	Antes	12,79	15,24	28,03	43,27
	Durante	4,06	5,53	9,59	15,12
	Depois	15,47	19,13	34,60	53,73
Cianobactérias (cél/mL)	Antes	51,6	99,2	150,8	250,0
	Durante	451,1	538,7	989,7	1528,4
	Depois	14,0	26,7	40,7	67,4
Clorofíceas (cél/mL)	Antes	10,4	15,4	25,8	41,2
	Durante	47,7	71,2	119,0	190,2
	Depois	7,6	10,9	18,5	29,3
Diatomáceas (cél/mL)	Antes	119,9	153,1	273,0	426,1
	Durante	1989,5	1806,5	3796,0	5602,5
	Depois	899,7	1004,5	1904,2	2908,7
Fitoflagelados (cél/mL)	Antes	36,7	49,0	85,8	134,8
	Durante	122,6	198,8	321,4	520,2
	Depois	33,1	37,4	70,5	107,9
Fitoplâncton (cél/mL)	Antes	404,9	546,4	951,3	1497,7
	Durante	3963,1	3263,0	7226,0	10489,0
	Depois	977,0	1104,0	2081,1	3185,1

[#] Inclui os dados após o mês 133=janeiro/2020, designados nas análises de laboratório como <0,7 ou <2,0, definidos como =0,7 e =2,0 para as análises estatísticas.

6 Discussão dos Dados de Amostragem e dos Resultados das Análises Estatísticas

6.1 Considerações Iniciais

Como já apresentado anteriormente, os dados e análises estatísticas dos diferentes parâmetros químicos e limnológicos foram obtidos em seis pontos de amostragem em três períodos distintos que compreenderam o período chamado **ANTES** da operação da ETE de Osório, de junho de 2009 até novembro de 2018, sendo neste período analisados 69 meses, o período chamado **DURANTE** a operação, de dezembro de 2018 a maio de 2020 em que foram amostrados 18 meses e por último o período chamado **DEPOIS**, entre junho de 2020 a fevereiro de 2021, com 9 meses amostrados.

6.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) corresponde à quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica biodegradável sob condições aeróbicas em um determinado período de tempo (5 dias) e pode ser utilizada também como uma medida de poluição. Quanto maior a concentração de matéria orgânica em um corpo hídrico, maior será o consumo de oxigênio e, portanto, maior a DBO.

A observação dos dados da DBO₅ nas Figuras 14a (dados originais) e 14b (dados “filtrados”), mostra em 5 pontos de amostragem (a exceção e P6) que tanto os valores máximos observados como a média e dispersão dos dados no período **antes**, são superiores quando comparados aos períodos **durante** a operação e **depois** de cessada a operação da ETE. A variação observada nos diferentes períodos, conforme Figura 14a e Quadro 1b, situa-se entre 0 e 7,9mg/L O₂ **antes** da entrada em operação da ETE, 0,3 e 6,4mg/L O₂ **durante** a operação e 0,7 e 2,0mg/L O₂ **depois**.

Considerando a faixa de variação dos valores observados ao longo do período de monitoramento entre 2009 e 2021 e a classificação respectiva proposta pelos Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005, a água da Lagoa dos Barros pode ser enquadrada conforme visto no Quadro 32. Nota-se que, considerando a faixa de variação dos valores medidos em todos os pontos, no período **antes** da operação são registradas amostras de Classes 1, 2 e 3, no período **durante** a operação, amostras de Classes 1 e 3 e **depois** da operação apenas amostras de Classe 1. No entanto, quando tomada a faixa de variação da média nos 6 pontos de amostragem, independentemente da fase de operação da ETE, a qualidade da água é enquadrada como Classe 1.

A análise estatística que compara as médias deste parâmetro após a exclusão dos *outliers* (Quadro 11), mostra que os valores médios são significativamente IGUAIS considerando os três períodos: **antes**, **durante** e **depois** da operação, nos 6 pontos de monitoramento. É importante notar, também, que na maior parte dos pontos de monitoramento (P1, P2, P3, P4 e P5 - Quadro 1b) os valores médios são MENORES no período **durante** a operação, indicando que a ETE não causou incremento na concentração de matéria orgânica e não alterou a evolução natural da DBO₅, mesmo que o valor médio do efluente (3,6 mg/L O₂ - Quadro A1.4 do Anexo 1) fosse superior à MÉDIA GERAL da Lagoa (1,10mg/L O₂ - Quadro 21).

Quadro 32 - Enquadramento da qualidade da água quanto ao DBO_5 na Lagoa dos Barros, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA 357 de 2005.

Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Local	Classe 1	Classe 2	Classe 3
	(Faixa de Variação) #	$\leq 3 \text{ mg/L O}_2$	$\leq 5 \text{ mg/L O}_2$	$\leq 10 \text{ mg/L O}_2$
Antes	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0 a 7,9 mg/L O_2)	91,64%	7,09%	1,27%
Durante	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0,3 a 6,4 mg/L O_2)	94,87%	-	5,13%
Depois	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0,7 a 2,0 mg/L O_2)	100%	-	-
3 Fases Agrupadas	Médias, Considerando Todos os Pontos (0,84 a 1,22 mg/L O_2)	100%	-	-

Base de dados originais - Quadro 1b.

Não obstante a maior concentração no efluente, a carga de contaminante é pequena devido ao pequeno volume lançado e a interferência do mesmo é insignificante na qualidade da água da Lagoa. Durante os 18 meses de operação, a ETE Osório lançou em torno de 474 mil metros cúbicos de efluente, que foi diluído em aproximadamente 73 milhões de metros cúbicos de água. Essa relação de volumes implica numa diluição da ordem de 154 vezes em todos os parâmetros físico-químicos e biológicos contidos no efluente (Quadro A1.5 do Anexo 1). Cabe ressaltar que nesse período de 18 meses houve renovação da ordem de 50% do volume da água da Lagoa dos Barros em decorrência da captação de água para irrigação em duas safras agrícolas.

Os indícios apontam que a variação no teor de DBO_5 tem causas naturais e possui uma ciclicidade pouco regular, com significativa dispersão, marcada por altos e baixos, conforme mostrado na Figura 81. O diagrama da Figura 81a registra cinco valores anômalos de DBO_5 nos últimos cinco anos (junho de 2017, novembro de 2017, junho de 2018, março de 2019 e fevereiro de 2020), os quais representam prováveis aportes episódicos de elevada carga de matéria orgânica e externos à Lagoa, os quais não podem ser correlacionados à operação da ETE Osório, assim como parece pouco provável que sejam decorrentes das causas naturais. A ausência de relações de causa e efeito com a ETE é corroborada pelo fato de que três dos cinco registros ocorreram no período **antes** e dois (março de 2019 e fevereiro de 2020) no período **durante** a operação da ETE. Deve-se destacar que a amostra de fevereiro de 2020 foi coletada poucos dias antes da intensa floração de algas ocorrida na Lagoa, iniciada por volta de 20 de fevereiro e que se estendeu até por volta de 20 de março.

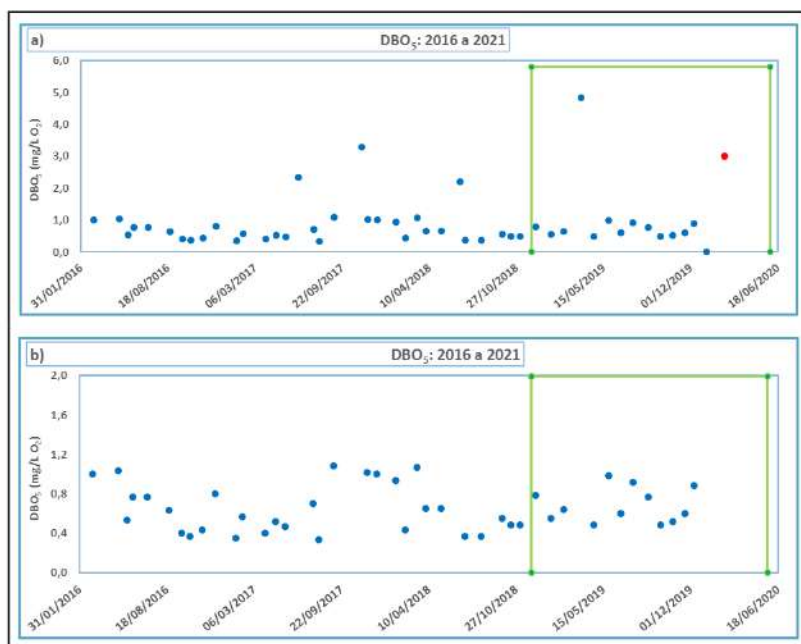


Figura 81 - Variação do valor médio de DBO₅ nos 6 pontos de amostragem no período de março de 2016 a janeiro de 2020 na Lagoa dos Barros. a) todos os dados; b) dados sem outliers. Note no diagrama superior cinco valores anômalos (junho/2017, novembro/2017, junho/2018, março/2019 e fevereiro/2020). No detalhe do **retângulo verde**: período de operação da ETE Osório. Na coleta de fevereiro de 2020 (**círculo vermelho**), realizada poucos dias antes da floração de Cianobactérias, somente o ponto P5 registrou concentração acima do limite de quantificação (NQ=2,0 mg/L).

6.3 Fósforo Total

O Fósforo é um importante macronutriente para os seres vivos e, juntamente com o Nitrogênio, pode regular a produtividade primária na maioria das águas continentais, em regiões tropicais, subtropicais e temperadas (Smith et al, 2006; Kosten et al, 2009 apud Esteves, 2011).

De acordo com Esteves (2011), do ponto de vista limnológico, todas as formas de fósforo são importantes, no entanto o Fósforo Total e o Ortofosfato assumem maior relevância, pois o primeiro pode ser utilizado como estimativa do grau de eutrofização do ambiente aquático e o segundo por ser a principal forma de Fosfato assimilada pelos vegetais aquáticos, microalgas e bactérias.

Assim, o Fósforo tem sido apontado como o principal responsável pela eutrofização artificial destes ecossistemas, uma vez que uma das principais fontes deste elemento são os esgotos domésticos e a drenagem agrícola. A degradação gradual que sofrem esses ecossistemas pode estar relacionada tanto à sinergia de fontes difusas quanto fontes pontuais.

Além disso, a decomposição da matéria orgânica é uma das fontes consideráveis deste elemento. De acordo com Wetzel (1975), concentrações variando de 0,01 a 0,05 mg/L de fósforo são geralmente encontradas em águas naturais. O Fósforo também pode ser mobilizado por numerosas bactérias que são abundantes no sedimento, que pode sofrer turbulência e aumentar a liberação de fósforo.

Em um ambiente lântico e raso como a Lagoa dos Barros, com um tempo de retenção da água de aproximadamente 4 anos, sua renovação torna-se mais lenta e difícil, aumentando o risco de que florações algais aconteçam com mais frequência e com consequências danosas, provocando fortes desequilíbrios neste ambiente. Em um estudo realizado anteriormente na Lagoa dos Barros (UFRGS, 2015b), concluiu-se que pode ocorrer uma renovação incompleta do sistema, mesmo após 10 anos. Ainda, a ação do vento, neste ambiente, pode ter uma influência importante na disponibilidade de nutrientes para a coluna da água.

As Figuras 15a e 15b mostram a variação deste parâmetro na Lagoa dos Barros nos períodos **antes**, **durante** e **depois** da operação da ETE de Osório. Os menores valores foram observados no período **durante** a operação e os maiores ocorreram no período **depois** da operação.

Em geral, em todos os pontos amostrais conforme mostra a síntese no Quadro 33, as concentrações de Fósforo Total ultrapassam os Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para a Classe 3, sendo registrado pequeno número de amostras de Classe 1 e 2 nos períodos **antes** e **durante** a operação da ETE. No período **depois**, todas as amostras são Classe 3. Segundo FEPAM (1988), as concentrações de Fósforo normais em águas naturais não poluídas encontram-se ao redor ou ligeiramente superiores ao valor proposto pelo CONAMA para a Classe 1, de águas doces.

A análise estatística que compara as médias deste parâmetro após a exclusão dos *outliers* (Quadro 12), mostra que os valores são significativamente DIFERENTES nos períodos **antes**, **durante** e **depois** da operação, em todos os pontos de coleta. A diferença estatística das médias reflete, essencialmente, os valores mais elevados do

período **depois** em todos os pontos. As médias mais baixas de todo o tempo de monitoramento são registradas no período **durante** nos pontos P2, P3, P4 e P6, enquanto que as médias são iguais nos períodos **antes** e **durante** nos pontos P1 e P5.

Quadro 33 - Enquadramento da qualidade da água quanto ao **Fósforo Total** na Lagoa dos Barros, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA 357 de 2005.

Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Local	Classe 1	Classe 2	Classe 3
	(Faixa de Variação) #	$\leq 0,02 \text{ mg/L P}$	$\leq 0,03 \text{ mg/L P}$	$\leq 0,05 \text{ mg/L P}$
Antes	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0,02 a 0,34 mg/L P)	0,50%	4,52%	94,97%
Durante	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0,02 a 0,09 mg/L P)	0,93%	1,85%	97,22%
Depois	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0,07 a 0,11 mg/L P)	-	-	100%
3 Fases Agrupadas	Médias, Considerando Todos os Pontos (0,05 a 0,09 mg/L P)	-	-	100%

Base de dados originais - Quadro 2.

Dada à impossibilidade da ETE promover a redução da concentração de Fósforo Total na água, fica evidente que a operação não interferiu no comportamento deste parâmetro na Lagoa e as variações temporais observadas decorrem de outras causas. A isso deve ser acrescentado o fato de que a carga de Fósforo lançada pela ETE, durante todo o período que esteve em operação, corresponde a aproximadamente 30% daquela prevista como aceitável no estudo da UFRGS (2015b). Como mostram as Figuras 36a, 62b, 72b e 82, os indícios apontam que a evolução no teor de Fósforo Total tem uma ciclicidade bastante regular, com pouca dispersão dos dados analíticos em relação a uma curva, marcada por altos e baixos que se repetem em intervalos da ordem de 42 meses, aproximadamente, sem qualquer interferência da ETE. Mesmo com as duas interrupções no monitoramento (de julho de 2011 a dezembro de 2012 e de janeiro de 2014 a fevereiro de 2016), o diagrama da Figura 82b, que plota todos os dados obtidos desde junho de 2009, permite inferir que a variação cíclica ocorreu pelo menos durante os últimos DOZE ANOS.

As médias mais baixas no período **durante** a operação têm clara vinculação com um período de baixa do Fósforo Total na Lagoa dentro da sua evolução natural, enquanto os valores mais elevados **depois** da operação estão relacionados ao período de alta subsequente. Aqui, também, não se vislumbra interferência da ETE no comportamento de Fósforo Total mesmo que sua concentração média no Efluente (da ordem de 1,2 mg/L P - Quadro A1.4 do Anexo 1) seja superior à média da Lagoa (da ordem de 0,06 mg/L P - Quadros 21 e 23 e Figura 72a). Analogamente ao DBO₅, a interferência do efluente é

insignificante na concentração do Fósforo na água da Lagoa devido à baixa carga do contaminante decorrente do pequeno volume lançado pela ETE, o que resulta numa diluição da ordem de 154 vezes (Quadro A1.5 do Anexo 1).

As baixas concentrações de Fósforo Total durante a floração ocorrida em fevereiro/março de 2020 não podem ser vinculadas à assimilação por algas, uma vez que a análise química foi realizada em amostra bruta (não filtrada) e o fósforo contido na biomassa também compõe o resultado analítico. Essa metodologia analítica elimina, ainda, a possibilidade do crescimento na concentração do fósforo após a paralisação da ETE decorrer da liberação do nutriente em consequência da morte das algas. A variação ascendente nas concentrações de fósforo é contínua e regular com início antes mesmo do término da floração até fevereiro de 2021, quando termina a série de dados. Ademais, nota-se que na primeira coleta realizada após o final da floração (30/03/2020) a concentração do fósforo diminuiu em relação à coleta realizada no início da floração (17/02/2020).

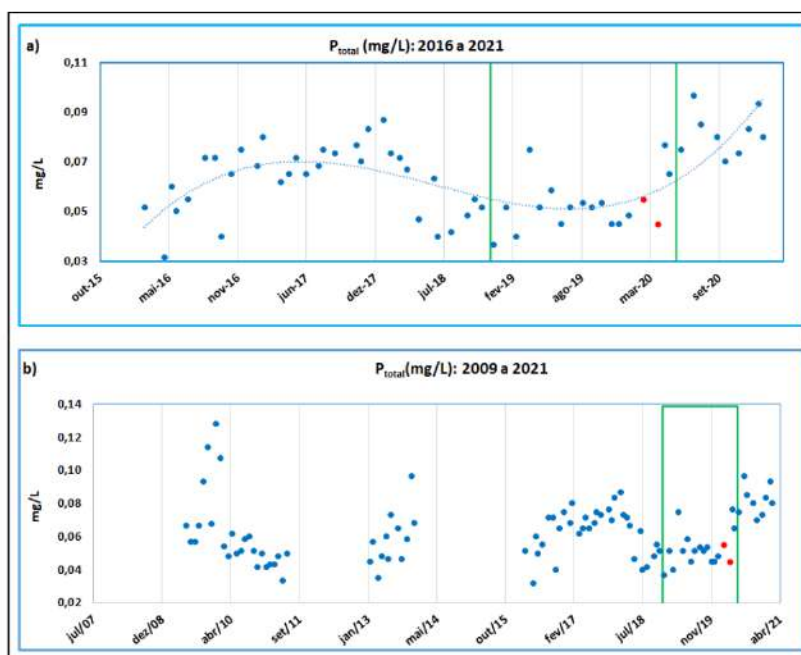


Figura 82 - Variação temporal do Fósforo Total na Lagoa dos Barros. O **retângulo verde** marca o período de operação da ETE e os **círculos vermelhos** representam as coletas imediatamente anterior e posterior à floração de Cianobactérias. a) Período de monitoramento contínuo entre março/2016 e fevereiro/2021; b) Período completo de monitoramento entre junho/2009 e fevereiro/2021.

6.4 pH

As Figuras 16a e 16b mostram menores valores deste parâmetro no período denominado **antes** da operação da ETE e maiores valores nos períodos **durante** e **depois** da operação, sendo os mais elevados no período **depois**.

Considerando os valores e a classificação respectiva proposta pelos Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005, nota-se que valores abaixo do limite para a Classe 1 foram observados nos pontos P1 e P2 em julho, outubro e novembro de 2013, nos pontos P5 e P6 em outubro e novembro de 2010 e novembro de 2013 e no ponto P3 em outubro, novembro e dezembro de 2013, portanto, todos **antes** da operação da ETE de Osório. Nenhuma amostra apresentou pH superior a 9,0, que é o limite para Classe 1.

A análise estatística apresentada no Quadro 13a revela que as médias do pH são significativamente DIFERENTES quando comparados os três períodos relativos à operação da ETE, sendo menores os valores do período **antes**, maiores os do **depois** e intermediários os do **durante**. Quando comparadas as duas médias dos períodos **durante** e **depois** os valores são significativamente IGUAIS, embora numericamente maiores no **depois**, com exceção dos pontos P1 e P4 (Quadro 13b). Os diagramas da Figura 37a e da Figura 83 mostram que o pH também apresentou variação cíclica no período contínuo de amostragem de 2016 a 2021, bem como de 2009 a 2011, com tendência de crescimento, o que justifica as médias mais baixas **antes** e mais altas **depois**. É importante notar que na coleta de janeiro de 2019 o pH registrado em todos os pontos é similar e próximo de 9,0, o que sugere a incidência de erro analítico sistemático nas medições executadas. A coleta de fevereiro de 2020, realizada três a quatro dias antes do provável início da floração de Cianobactérias, detectou valores de pH igual a 8,9 no ponto P5 (praia de Santo Antônio da Patrulha), 8,0 no ponto P4 (praia de Osório) e 8,2 no ponto P6 (centro da Lagoa). Nos pontos P1, P2 e P3, localizados próximos ao lançamento do efluente, os valores foram mais baixos (7,9, 7,8 e 7,8, respectivamente). Os altos valores observados nos pontos P4 e P5, especialmente, são indicativos de aporte externo, episódico e recente, de algum agente alcalinizante. Esse comportamento ao longo do tempo de monitoramento praticamente elimina a possibilidade de interferência da ETE no pH das águas da Lagoa dos Barros.

Além da evolução temporal observada, os dados analíticos do Efluente (Quadro A1.4 do Anexo 1) também sugerem que a ETE não contribuiu para a elevação do pH no período **durante** em relação ao **antes**, haja vista que mais de 92% do Efluente lançado em todo o tempo de operação apresentou valores menores que 7,5, próximos do neutro e mais baixos que as médias de todos os pontos da Lagoa nos períodos **durante** (7,55 a 7,91) e **depois** (7,65 a 7,83) - ver Quadro 13a. Considerando os dados de monitoramento obtidos contínua e ininterruptamente a partir de março de 2016 até fevereiro de 2021, as médias do pH variam de 7,4 a 7,6 no período **antes**, sendo maior ou igual a 7,5 em 4 dos 6 pontos de coleta. As medidas de 2009 a 2014, por outro lado, mostram pH mais baixo, com mais da metade dos valores menores que 7,0 (Figura 4b).

Segundo Esteves (2011), existe uma estreita interdependência entre o pH e as comunidades vegetais e animais nos ecossistemas aquáticos, que podem interferir nos seus valores de diferentes maneiras. Um exemplo é a assimilação do CO₂ pela atividade autotrófica, pois durante o processo de fotossíntese tanto as macrófitas aquáticas como

as algas podem elevar o pH do meio. Na Lagoa dos Barros, os maiores valores de pH observados nos períodos **antes** (2016 a 2018), **durante** e **depois** da operação da ETE podem ter provocado a liberação do Fósforo adsorvido, especialmente na fração sólida suspensa, e promovido o crescimento verificado nas densidades da biomassa total a partir de 2016. É importante destacar que o Fósforo dissolvido (Ortofosfato) é o principal nutriente do Fitoplâncton.

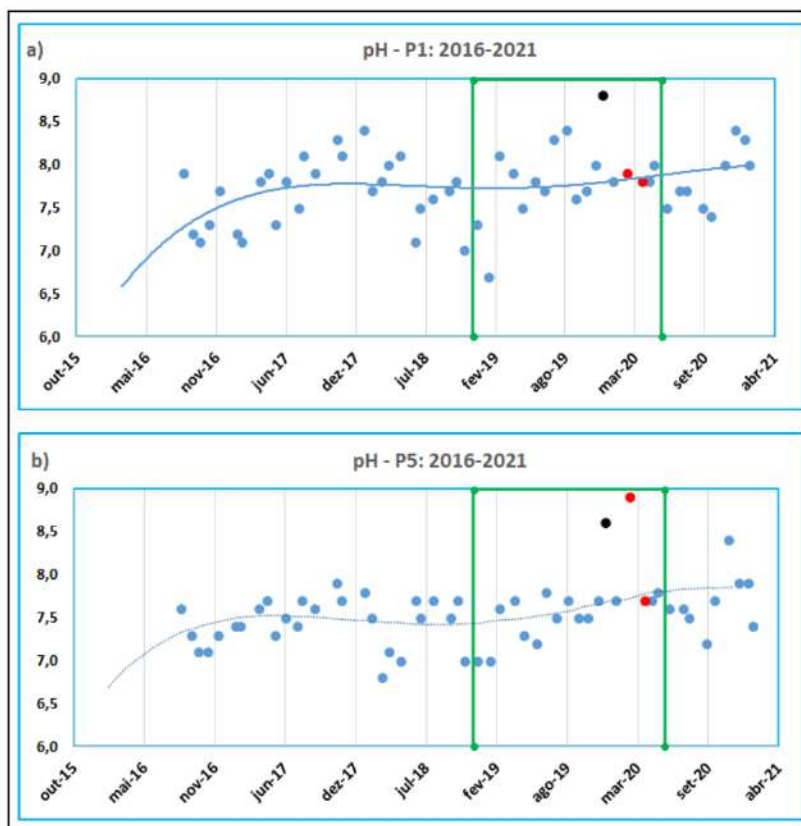


Figura 83 - Valores de pH nos pontos P1 (a) e P5 (b). Note-se a variação cíclica de baixa amplitude e tendência de crescimento nos últimos 5 anos. O **retângulo verde** marca o período de operação da ETE, os **círculos vermelhos** representam as coletas imediatamente anterior e posterior à floração de Cianobactérias e o **círculo preto** é a coleta de dezembro de 2019.

6.5 Oxigênio Dissolvido

As Figuras 17a e 17b mostram valores muito semelhantes nos três períodos analisados, embora baixos valores para o oxigênio dissolvido tenham sido observados no início do período **antes** da entrada em operação da ETE, classificando os pontos P1, P2 e P3 em alguns momentos como de Classe 3 ou 4, de acordo com os Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005.

De acordo com a análise estatística apresentada no Quadro 14, as médias da concentração de oxigênio dissolvido são significativamente IGUAIS nos períodos **antes, durante e depois** da operação, permitindo a conclusão de que não houve influência da operação da ETE de Osório neste parâmetro. As variações deste parâmetro são meramente sazonais e dependentes da temperatura (Figura 74a), com valores altos no inverno e baixos no verão, conforme claramente observado nas Figuras 74b e 84.

As principais fontes de oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos são a atmosfera e a fotossíntese. Já a decomposição da matéria orgânica, perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos contribuem para a redução da concentração do oxigênio na água (Esteves, 2011). Todavia, na Lagoa dos Barros, por influência constante do vento, observa-se boa oxigenação das águas e nenhuma influência da ETE de Osório que pudesse reduzir a concentração deste parâmetro.

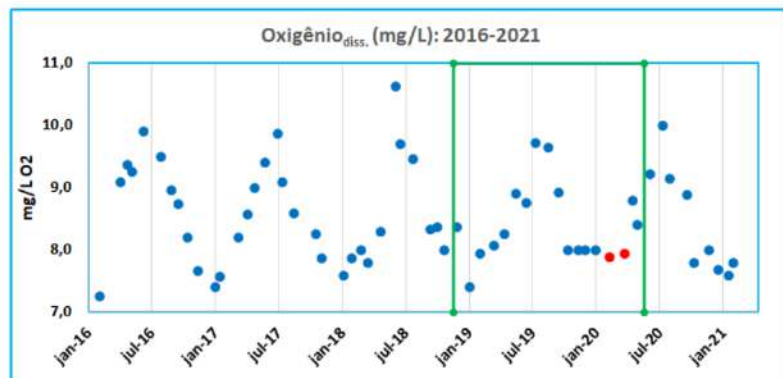


Figura 84 - Concentrações de Oxigênio dissolvido na Lagoa dos Barros nos últimos 5 anos. O **retângulo verde** marca o período de operação da ETE e os **círculos vermelhos** representam as coletas imediatamente anterior e posterior à floração de Cianobactérias.

6.6 *Escherichia coli*

A *Escherichia coli* é uma bactéria bacilar Gram-negativa que se encontra normalmente no trato gastrointestinal inferior dos organismos de sangue quente (endotérmicos) e que é utilizada, assim, como bioindicadora da presença de esgotos domésticos nos ecossistemas aquáticos.

Os Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 indicam limites de até 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros de água para a Classe 1, até 1.000 para a Classe 2 e um limite de 2.500 para a Classe 3. Analisando os resultados deste parâmetro (Figuras 18a, 18b, 28, 39b e 49 e Quadros 5, 15 e 24b), nota-se que os menores valores foram observados **durante** o período de operação da ETE de Osório em todos os pontos amostrados. Os maiores valores ocorreram **depois** da parada de operação.

De uma forma geral, os pontos P1, P2 e P3 apresentaram, no período de **antes** da operação da ETE, classificação de Classe 2 e no período **depois**, Classe 1. Já no período **durante** a qualidade da água se enquadra como Classe 1 em todos os pontos.

A análise estatística apresentada no Quadro 15 mostra que as médias dos três períodos relativos à operação da ETE são significativamente IGUAIS nos pontos P1, P2, P3 e P6 e significativamente DIFERENTES nos pontos P4 (praia Osório) e P5 (praia Santo. Antônio da Patrulha). No entanto, como já mencionado acima, é importante destacar que em TODOS os pontos de amostragem os MENORES valores são registrados no período **durante a operação**, denotando que a ETE não promoveu incremento na concentração de *Escherichia coli* na água da Lagoa e a origem deste agente patogênico está relacionada a outras fontes, o que é corroborado pelos dados analíticos do efluente (Quadro A1.4 do Anexo 1).

6.7 *Cianobactérias*

Cianobactérias constituem um grupo diverso de microrganismos caracterizados por serem procarióticos, possuírem clorofila-a e serem capazes de realizar fotossíntese. As Cianobactérias possuem vasta plasticidade morfológica, fisiológica e ecológica, o que lhes confere ampla capacidade de ocorrerem em diversos tipos de habitats e diante de diversos cenários ambientais com relativo sucesso ecológico.

Um importante fator fisiológico que favorece algumas espécies é a presença de aerótopos (vacúolos de gás) que permitem o melhor posicionamento na coluna d'água, em função das concentrações de nutrientes dissolvidos e ainda da eficiência na captura de radiação subaquática. Ainda, muitas espécies são capazes de estocar Fósforo, fixar Nitrogênio e ou ainda se beneficiar de formas que as tornam mais aptas a fixação luminosa em ambientes pouco iluminados (Reynolds, 2006).

Muitos fatores tais como temperatura, luz, afinidade por nutrientes, absorção e armazenamento, predação e interações microbiológicas são conhecidos por influenciar o sucesso ecológico das cianobactérias. Estudos em todo o mundo têm buscado compreender os mecanismos e atributos dominantes envolvidos. Estudos clássicos já demonstraram a importância das concentrações de CO_2 livre, pH, razões N:P, disponibilidade de luz e sombreamento, padrões de mistura e estratificação, relações tróficas, respostas a cargas de nutrientes alóctones e ainda processos de retroalimentação para a maior abundância e ocorrência de florações de Cianobactérias.

Em muitos ecossistemas aquáticos lênticos as Cianobactérias podem ser o grupo mais abundante do Fitoplâncton em alguns períodos do ano, ou até mesmo dominarem esta comunidade (ex. Crossetti & Bicudo, 2008; Ribeiro et al., 2012; Soares et al. 2013). Em ambientes subtropicais a ocorrência e a dominância de Cianobactérias em sistemas lênticos têm sido observadas, evidenciando, principalmente, o papel dos nutrientes, da hidrodinâmica e da temperatura no estabelecimento deste grupo de organismos e das espécies envolvidas (Becker et al., 2004; Ribeiro et al., 2012; Crossetti et al., 2013; Cabezudo et al., 2018).

De uma forma geral, as florações de cianobactérias ocorrem em períodos de alta intensidade luminosa, altas temperaturas na superfície e estratificações térmicas que promovem estabilidade da coluna de água (Esteves, 2011). Mas também podem ocorrer em períodos de instabilidade da coluna d'água, quando fatores como o vento e precipitação podem revolver o sedimento dos ambientes aquáticos, disponibilizando nutrientes e reduzindo a transparência da água. Em ambos os cenários (estratificação ou mistura da coluna d'água), diante da elevada concentração de nutrientes, pode haver o recrutamento de espécies de cianobactérias aptas ao sucesso ecológico e exclusão competitiva de diversas outras espécies do Fitoplâncton.

A carga de nutrientes é a causa principal de florações de cianobactérias que são consideradas os principais organismos fixadores de Nitrogênio em ecossistemas aquáticos continentais. O conceito de floração é pouco definido na literatura científica, mas geralmente descreve uma biomassa de Fitoplâncton significativamente superior à média do lago (Oliver & Ganf, 2002). Embora não exista um número exato que determine a floração, em águas potável e recreativas, uma floração é frequentemente definida em termos de concentrações de células que poderiam trazer prejuízos aos humanos, sendo

que um limite pode ser definido em cerca de 20.000 cél/mL (Oliver & Ganf, 2002). Assim, o número de células de Cianobactérias pode ser utilizado como indicador de qualidade como, por exemplo, determinado para os Padrões de Qualidade para Águas Superficiais estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005, que indicam densidades de até 20.000 cél/mL de água para o enquadramento do corpo d'água na Classe I. Conforme observado na análise dos dados de abundância de Cianobactérias no sistema estudado, nenhum dos pontos amostrais em todas as épocas ultrapassou esse limite.

Do ponto de vista temporal, considerando as fases de monitoramento em relação à operação da ETE e as análises realizadas, observou-se a diferença significativa de abundância de cianobactérias entre as fases (Quadro 25), quando os maiores valores foram registrados no período **durante** a operação da ETE (Figuras 19a, 19b e 29). Destaca-se também que, conforme demonstrado pelas análises realizadas, cerca de dois anos antes da operação da ETE, aumento na abundância de cianobactérias foi observado (Figura 76a).

Do ponto de vista espacial, considerando os locais amostrados, as médias nas fases de monitoramento (antes, durante e depois da operação da ETE) da abundância de Cianobactérias nos pontos 1 e 4, localizados na proximidade do ponto de lançamento de efluentes e na praia de Osório, respectivamente, foram consideradas significativamente diferentes (Quadros 6 e 16). Sem a exclusão de outliers e valores extremos, a média para o período relacionado ao funcionamento da ETE de Osório (**durante**) foi de 1.470 cél/mL, enquanto a média do período anterior foi de 424 cél/mL e o período posterior (depois) foi de 533 cél/mL. O mesmo comportamento pode ser observado para todos os pontos de amostragem para todos os táxons coletados.

A síntese da classificação da qualidade da água da Lagoa dos Barros, nos diferentes períodos de monitoramento, é apresentada no Quadro 34. Nenhum dos pontos amostrais em todas as épocas ultrapassou o limite da Classe 1, sendo a maior densidade registrada igual a 13.376 cél/mL no ponto P3 em abril de 2017, no período **antes** da Operação. Na fase **durante** a operação, o maior valor registrado foi em outubro de 2019, com 9.500 cél/mL no ponto P1, sendo muito baixas as densidades verificadas nas coletas imediatamente anterior e posterior neste ponto (setembro e novembro). No mês de outubro de 2019, somente o ponto P1 apresentou elevada densidade de Cianobactérias, sendo baixas em todos os outros pontos (P2=0,0; P3=1.157; P4=0,0; P5=0,0; P6=723). Outra constatação relevante é que no período **durante** a operação da ETE somente nas coletas de fevereiro e abril de 2020 foi registrada concentração maior que 3.500 cél/mL, um valor comum no período **antes** da operação, na mesma coleta. No período **durante** foram detectadas densidades maiores que 3.500 cél/mL no ponto P1, em agosto e setembro de 2020, nos pontos P2 e P6, em abril de 2021, no ponto P4, em junho e dezembro de 2019, no ponto P5, em fevereiro de 2020, e no ponto P6, em fevereiro e abril de 2020. Os pontos P4 e P5 localizam-se na borda norte da Lagoa e o ponto P6, no centro, todos distantes do lançamento da ETE.

Não obstante as concentrações médias sejam superiores **durante** a operação (Figuras 19a, 19b, 29, 40b e 50 e Quadros 6, 16 e 24c), a Média Móvel Acumulada aumenta no período de julho de 2016 (mês 90) a abril de 2017 quando se estabiliza e se mantém estável até fevereiro de 2021 (Figura 66a), o que indica o crescimento da densidade de Cianobactérias na Lagoa que se iniciou mais de DOIS ANOS antes da ETE de Osório entrar em operação, em novembro de 2018. A Média Móvel 12 Amostras (correspondente a 12 meses contínuos), por outro lado, revela dois picos de alta densidade de Cianobactérias a partir de março de 2016 (Figuras 66b e 76b), com o primeiro situado na fase **antes**, entre os meses de março de 2017 e fevereiro de 2018, e o segundo na fase **durante** a operação no mês de março de 2020 quando se inicia a retração e cai até

fevereiro de 2021. Estes diagramas CORROBORAM as evidências de que o aumento da biomassa da Lagoa se iniciou bem antes da operação e que a influência da ETE foi nula ou desprezível. As causas do crescimento verificado são ainda indefinidas, uma vez que não se observaram correlações com parâmetros físico-químicos da água da Lagoa, como nutrientes e pH, nem com fatores climáticos da região, como intensidade e direção dos ventos, incidência de radiação solar e temperatura atmosférica, dados estes obtidos da estação meteorológica de Tramandaí.

Pode-se constatar, entretanto, que nos dias da floração a velocidade média dos ventos foi menor do que antes e depois, como visto na Figura 85. É importante destacar, ainda, que não há registros de parâmetros importantes para o desenvolvimento da biota aquática, como a temperatura e a turbidez da água e a concentração de Ortofosfato, este o principal nutriente do Fitoplâncton. As medições de Fósforo em todo o período de monitoramento (06/2009 a 02/2021) são restritas ao Fósforo Total. Além disso, não há dados sobre estratificação química e física da água da lagoa.

Quadro 34 - Enquadramento da qualidade da água quanto à presença de **Cianobactérias** na Lagoa dos Barros, de acordo com a classificação da Resolução CONAMA 357 de 2005.

Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Local	Classe 1	Classe 2	Classe 3 ^{##}
	(Faixa de Variação) [#]	≤ 20.000 cél/mL	≤ 50.000 cél/mL	≤ 50.000 cél/mL
Antes	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0 a 13.376 células/mL)	100%	-	-
Durante	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0 a 9.500 células/mL)	100%	-	-
Depois	P1, P2, P3, P4, P5 e P6 (0 a 3.846 células/mL)	100%	-	-
3 Fases Agrupadas	Médias, Considerando Todos os Pontos (16,1 a 1.471 células/mL)	100%	-	-

[#] Base de dados originais - Quadro 6.

^{##} Limite para dessedentação de animais.

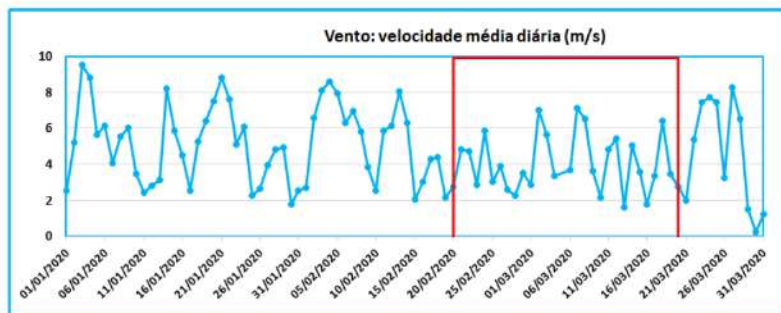


Figura 85 - Velocidade média diária dos ventos (estação meteorológica de Tramandaí). O **retângulo vermelho** representa o período aproximado de floração de Cianobactérias na Lagoa. Note a queda na velocidade do vento seis dias antes do início da floração.

6.8 Clorofíceas

Chlorophyta ou algas verdes, apresentam clorofilas “a” e “b” em plastídeos recobertos por duas membranas e amido como reserva. É a mais frequente no Fitoplâncton de água doce. A grande maioria habita, preferencialmente, lagos mesotróficos ou eutróficos e são cosmopolitas, sendo a classe mais frequente no Fitoplâncton de água doce (Esteves, 2011). O grupo das Clorofíceas é considerado o maior e o mais variado entre as algas (Hapley-Wood, 1988).

As Figuras 20a, 20b e 51 e os Quadros 17 e 24c mostram que as maiores densidades para este grupo ocorreram **durante** a operação da ETE, quando são registradas as médias mais elevadas. Da mesma forma que nas Cianobactérias, com as médias da concentração superiores **durante** a operação, a Média Móvel Acumulada aumenta continuamente no período de julho de 2016 a março de 2020 (Figura 67a) e a Média Móvel 12 Amostras (12 meses contínuo) apresenta dois picos, um **antes** e outro **durante** (Figuras 67b e 77b), indicando, também a tendência de crescimento da densidade destas algas na Lagoa iniciada DOIS ANOS antes da ETE de Osório entrar em operação. Aqui também não são conhecidas as causas do crescimento porque, igualmente, não se observou correlações com parâmetros químicos e físico-químicos da água da Lagoa e climáticos anteriormente citados. A inexistência de registros de temperatura, de turbidez, de estratificação e de concentração de Ortofosfato da água, este o principal nutriente do Fitoplâncton, limita a avaliação da evolução das Clorofíceas ao longo do tempo e nos três diferentes períodos relativos à operação da ETE Osório.

6.9 Diatomáceas

As Bacillariophyceae ou Diatomáceas, constituem o maior grupo de algas eucarióticas, com cerca de 100 000 espécies descritas, em sua maioria unicelulares, mas podem formar colônias filamentosas, em forma de ventarola ou estreladas, desprovidas de flagelos (Esteves, 2011).

Como já pontuado anteriormente, o vento é um importante fator para a determinação da composição e biomassa do fitoplâncton em lagos rasos. A ressuspensão de sedimentos e criação de ambiente turvo nesse tipo de ambiente influencia consideravelmente o crescimento algal. Espécies de grande tamanho e/ou volume celular, que facilmente sedimentariam, tais como as Diatomáceas (Bacillariophyceae) que tendem a contribuir muito para o aumento da biomassa devido ao seu tamanho, podem ser encontradas na coluna da água pela ação do vento.

Diatomáceas são reconhecidas por apresentarem íntima relação com a condição nutricional dos ecossistemas aquáticos onde são encontradas. Contudo, o tal potencial de bioindicação preconiza identificação em nível de espécie.

Entre os grupos de algas identificados no exame dos dados analisados, as Diatomáceas são aquelas com as maiores densidades médias no sistema. Além disso, os resultados mostram as maiores densidades médias **durante** a operação da ETE de Osório, assim como já observado para os outros grupos.

Temporalmente, as Figuras 21a, 21b e 31 mostram que o período **durante** a operação da ETE foi o que apresentou as maiores densidades das Diatomáceas. Até maiores do que todos os outros demais grupos de algas. Especialmente, as análises mostraram médias significativamente diferentes de abundância das Diatomáceas em todos os pontos, considerando as diferentes fases de monitoramento (Quadros 8 e 18).

Nas Diatomáceas também se verifica a tendência de crescimento da densidade a partir de 2016, que é marcado pelo aumento da Média Móvel Acumulada e da Média Móvel 12 Amostras (Figuras 68a e 68b). A Média Móvel Acumulada cresce continuamente de agosto de 2016 (mês 92) até outubro de 2019 (mês 130 na Figura 68b), quando se estabiliza e não varia mais até fevereiro de 2021. A Média Móvel 12 Amostras, por outro lado, mostra um aumento significativo até outubro de 2019, quando chega perto de 2.700 cél/mL, caindo rapidamente a partir de então até menos de 1.000 cél/mL em setembro de 2019 (mês 141). Cabe ressaltar que nos últimos 8 meses de operação da ETE Osório (outubro de 2019 a maio de 2020) houve estabilidade da média acumulada e retração da Média Móvel 12 meses, indicando que a ETE não teve, ou teve insignificante, influência na evolução quantitativa das Diatomáceas na Lagoa dos Barros.

6.10 Fitoflagelados

De acordo com Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), os flagelados apresentam, no estágio principal do ciclo de vida, estruturas que permitem a locomoção, denominados flagelos. Vários grupos de flagelados contribuem significativamente para o fitoplâncton. Muitos deles são não-fotossintetizantes, o que implica dificuldades na distinção entre os dois tipos fisiológicos. Os pequenos Fitoflagelados são comumente observados em ambientes perturbados, pois são tipicamente colonizadores.

As análises demonstraram que, considerando a variação entre as fases de monitoramento, os maiores valores de densidade de Fitoflagelados foram observados **durante** a operação da ETE (Figuras 22a, 22b e 32). Contudo, do ponto de vista espacial, os resultados do teste de comparação das médias de Fitoflagelados entre pontos amostrais, nas três diferentes fases, mostraram médias significativamente diferentes nos pontos P1, P4 e P5 apenas quando os outliers e valores extremos não foram considerados na análise (Quadros 9 e 19).

Os Fitoflagelados também revelam a tendência de crescimento da densidade a partir de 2016, que é marcado pelo aumento da Média Móvel Acumulada e da Média Móvel 12 Amostras (Figuras 69a e 69b). A Média Móvel Acumulada cresce continuamente de agosto de 2016 (mês 92) até maio de 2018 (mês 113 na Figura 69b), quando se estabiliza e não varia mais até fevereiro de 2021. A Média Móvel 12 Amostras, por outro lado, cresce rapidamente de novembro de 2016 (mês 95 na Figura 69b) até março de 2017 (mês 98 da Figura 69b), mantendo menos de 500 cél/mL até fevereiro de 2021, não ocorrendo aumento no período **durante** a operação da ETE.

A distribuição espacial e temporal da densidade de fitoflagelados contém indícios robustos de que a operação da ETE não influenciou no desenvolvimento de fitoflagelados na Lagoa dos Barros.

6.11 Fitoplâncton

O Fitoplâncton compreende organismos fotoautotróficos que vivem em suspensão nos corpos d'água e são considerados os principais produtores primários do compartimento pelágico dos ambientes em que são encontrados (Reynolds, 2006). Por isso, a comunidade fitoplanctônica tem importante papel na ciclagem de energia e matéria dos ecossistemas aquáticos, garantindo a base da diversificação biológica nestes sistemas, de forma que sustentam cadeias tróficas.

A comunidade fitoplanctônica é composta, então, por algas e cianobactérias, cujo sucesso ecológico está diretamente relacionado à disponibilidade de nutrientes (especialmente formas dissolvidas de Nitrogênio e Fósforo) e radiação subaquática. Assim, tanto padrões de variação espacial (por exemplo, vertical - da superfície ao fundo e horizontal - da zona litorânea à zona pelágica) dentro do ecossistema aquático, quanto temporal (por exemplo, diária, sazonal ou ao longo de determinado período de tempo) estão atrelados a eventos que influenciam a limitação das condições e recursos ao desenvolvimento desta comunidade.

A abundância (estimada em células, densidade e ou biomassa) e a composição de espécies do Fitoplâncton são importantes indicadores de modificações ambientais em ecossistemas lênticos. Longe de ser um grupo uniforme, a comunidade fitoplanctônica é composta de organismos com ampla diversidade morfológica, fisiológica e ecológica, que respondem fielmente a alterações ambientais, sejam elas distúrbios autogênicos quanto alogênicos.

Temporalmente, as maiores densidades do fitoplâncton total foram observadas **durante** a operação da ETE (Figs. 23a, 23b e 33). Especialmente, observaram-se diferenças significativas na abundância do Fitoplâncton total entre as fases de monitoramento da ETE (**antes, durante e depois**) considerando os diferentes pontos amostrais (Quadros 10 e 20).

Ainda sobre a análise da abundância ao longo das fases de monitoramento, observou-se que a abundância do Fitoplâncton total demonstrou aumento muito expressivo já em 2016, cerca de 2 anos **antes** da entrada em operação da ETE (Figuras 44a, 55a, 59a, 80a e 80b), indicando alterações ambientais não vinculadas ao referido empreendimento que possibilitaram maior desenvolvimento desta comunidade.

A evolução temporal observada afasta qualquer relação de causa e efeito entre a ETE em operação e a abundância do fitoplâncton na Lagoa, em consonância com os demais parâmetros biológicos monitorados.

6.12 Operação da ETE Osório e a Floração de Cianobactérias no Verão de 2020

A Lagoa dos Barros registrou intensa floração de Cianobactérias no verão de 2020, no último decêndio de fevereiro e na primeira quinzena de março, conforme divulgado amplamente na imprensa local e estadual. Não há informações precisas da data de início e de término do fenômeno. Sabe-se, entretanto, que nos dias 17 de fevereiro e 31 de março de 2020, datas de coleta de água para monitoramento da Lagoa, não foi observada qualquer anomalia na cor e no odor da água, nem vestígios de floração perceptíveis a olho nu pela equipe coletora. No dia 9 de março, familiares da Sra. R. moradora local, obtiveram as primeiras imagens fotográficas da Lagoa impactada pelo fenômeno de floração, as quais foram levadas ao conhecimento das autoridades e publicadas na imprensa local e regional (Figuras 86, 87 e 88).

Em fevereiro de 2014, a Professora Catarina Pedrozo, coordenadora do projeto Avaliação da Capacidade de Recepção de Efluente da ETE Osório (UFRGS, 2015a e b), que estava sendo executado naquele período, visualizou a cor verde marcante da água da Lagoa dos Barros quando passava pela BR-290. Coletou uma amostra de água a qual foi analisada no Centro de Ecologia pela Professora Luciane Crosseti, identificando a causa da alteração de cor como floração de Cianobactérias. A ocorrência deste evento de 2014 foi relatada pelo Sr. I., residente na Prainha Lagoa dos Barros, à nossa equipe em 29/10/2021. Segundo ele, o episódio foi marcado pela cor verde e mau cheiro na lagoa e ocorreu por volta de 6 anos atrás, não sabendo precisar no tempo. Relatou que naqueles dias a água apresentava temperatura acima do normal até profundidades da ordem de 80 cm (altura da cintura). Neste mesmo dia, os proprietários do restaurante da Prainha também relataram a ocorrência de água verde com mau cheiro alguns anos atrás, situando temporalmente o fenômeno no verão anterior à última grande enchente da Lagoa, registrada em 2015 (Figura 89), o que permite concluir que foi em 2014, quatro anos antes da ETE entrar em operação.



Figura 86 - Água de coloração verde intensa decorrente da presença de cianobactérias. Imagem gerada no dia 09 de março de 2020 pela moradora local Sra. R. numa estação de bombeamento de água para irrigação na margem Oeste da Lagoa dos Barros.



Figura 87 - Escuma sobrenadante azulada, provavelmente formada por cianobactérias oxidadas. Não há análises desta espuma disponível. Imagem gerada no dia 09 de março de 2020 pela moradora local Sra. R. próximo à mesma estação de bombeamento de água para irrigação na margem Oeste da Lagoa dos Barros.



Figura 88 - Material gelatinoso, de coloração cinza esverdeada com película azulada, provavelmente formada por cianobactérias oxidadas mais matéria orgânica. Não há análises deste material disponível. Imagem gerada no dia 09 de março de 2020 pela moradora local Sra. R. no mesmo local da imagem da Figura 87.

Também no dia 29/10/2021, a Sra. R. informou que por duas vezes neste ano, no dia 31 de janeiro e por volta do dia 19 de outubro, quando a ETE não estava em operação, a Lagoa produziu forte mau cheiro, sem, contudo, ter percebido alteração na cor da água para tons esverdeados ou azulados. Segundo ela, a ocorrência do dia 31 de janeiro foi comunicada à imprensa local.

A ocorrência de floração em 2014, somada aos dois episódios de mau cheiro deste ano de 2021, relatados pela moradora R., revelam que o desenvolvimento anômalo de Cianobactérias e decomposição de matéria orgânica são fenômenos recorrentes na Lagoa e independentes da operação da ETE. Entre as causas possíveis pode-se elencar a elevação da temperatura da água, a redução da intensidade dos ventos, o rebaixamento do nível da Lagoa, em decorrência do bombeamento para irrigação (Figura 89) associado a longos períodos de estiagem, além de possíveis aportes externos de nutrientes oriundos de atividades antrópicas no setor Norte da Lagoa, tais como a agricultura e o esgoto doméstico não tratado. O rebaixamento do nível da Lagoa, observado, pode resultar na elevação da temperatura no fundo, que acumula sedimento e matéria orgânica ricos em Fósforo adsorvido (UFRGS, 2015a), em áreas mais extensas, enquanto a quietação dos ventos favorece a estratificação térmica na coluna d'água e reduz a turbidez, o que propicia a maior penetração da luz e aumenta a profundidade da zona eufótica. O provável acréscimo e dissolubilização do ortofosfato, principal nutriente causador de eutrofização, adsorvido nos ácidos húmicos e nas partículas de óxido de ferro, em função da elevação da temperatura e queda do oxigênio, decorrente de processos naturais e antrópicos, combinado com a ampliação da zona eufótica do corpo hídrico, estabelece um ambiente propício ao desenvolvimento da biota aquática e à floração de algas como registrado na Lagoa dos Barros no verão de 2014, antes da ETE entrar em operação, e no verão de 2020, durante a operação da ETE.

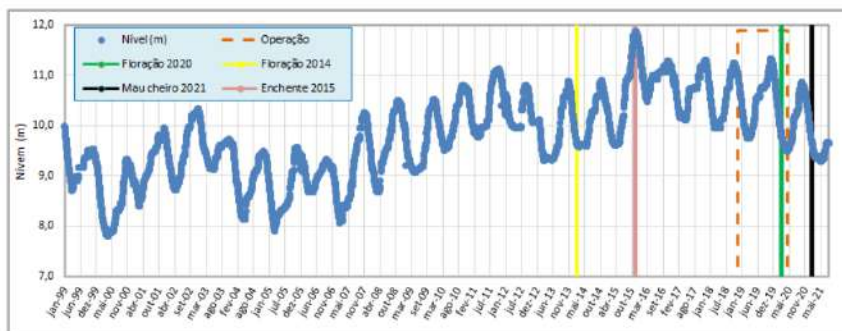


Figura 89 - Diagrama mostrando a evolução do nível da Lagoa dos Barros no período de janeiro de 1999 a setembro de 2021. Note-se a variação anual decorrente do bombeamento de água para a irrigação e a variação de longo curso. **Trço amarelo:** floração de 2014; **trço verde:** floração de 2020; **trço preto:** evento de mau cheiro de janeiro/fevereiro de 2021; **trço lilás:** enchente de 2015; **retângulo pontilhado vermelho:** período de operação da ETE.

7 Considerações Finais

A análise realizada de uma extensa massa de dados não permite imputar à ETE Osório nenhuma influência no comportamento físico-químico e biológico da Lagoa dos Barros. O grupo de variáveis físico-químicas analisado incluiu a DBO₅, o fósforo, o nitrogênio amoniacal, pH e o Oxigênio Dissolvido (OD). O grupo de variáveis biológicas incluiu a *Escherichia coli*, as Cianobactérias, as Clorofíceas, as Diatomáceas, os Fitoflagelados e o Fitoplâncton.

Foram detectadas variabilidades espaço-temporais nas variáveis analisadas, espelhando um comportamento próprio da massa de água da lagoa, mas não foi possível relacionar estas variabilidades com a operação da ETE. Ou seja, no período de operação da ETE, não foi possível identificar em efeito detectável na comparação com períodos anteriores e posteriores à referida operação.

O comportamento mostrado pela Lagoa dos Barros desde 2009 mostra algumas variáveis físico-químicas sem uma periodicidade regular, mas dentro de uma normalidade, como a DBO₅ e o pH, e outras com uma periodicidade perceptível, como o Fósforo Total (3,5 anos, similar ao tempo de renovação hídrica da lagoa) e Oxigênio Dissolvido (anual, em função da temperatura). Nenhum desses comportamentos mostrou-se correlacionado com a operação da ETE, numa relação de causa e efeito. Esta conclusão se mantém, mesmo que haja registros episódicos de possível influência antrópica em alguns pontos e

datas, como prováveis lançamentos locais de carga orgânica in natura, afetando a DBO₅, e em florações, afetando o pH.

No caso específico do fósforo, que se constitui no principal agente de eutrofização de corpos hídricos, cabe destacar que a modelagem de qualidade da água realizada anteriormente (UFRGS, 2015b) indicou que a Lagoa, em condições normais de nível, suporta o lançamento de efluente com concentrações de até 0,5 mg/L-P e vazão média de 91,69 L/s sem que se estabeleça um ambiente eutrofizante. Essa combinação de concentração e vazão resulta numa carga de 48,85 mg/s de P. Durante os 18 meses de operação, a ETE Osório manteve lançamento de efluente com vazão média de 11,42 L/s e concentração média de 1,2 mg/L-P, o que resulta numa carga de 13,70 mg/s de P. A carga, ou massa, de fósforo lançada pela ETE em todo o tempo de operação é da ordem de 28% do que a Lagoa pode suportar, de acordo com a modelagem retrocitada.

Com relação às variáveis biológicas, também seus comportamentos não se mostraram afetados pelo comportamento da ETE. A *Escherichia coli* (bactéria indicadora de poluição por esgoto doméstico) apresentou menor presença durante a operação da ETE, sem que isto nada signifique, e sua variabilidade temporal é creditada a outras fontes (pecuária e esgoto doméstico bruto). As Cianobactérias (potenciais indicadores de eutrofização) exibiram um crescimento moderado (permeado por algumas florações pontuais) desde antes da operação da ETE, sem nenhuma conexão plausível com esta durante a operação e após sua paralização. As Clorofíceas (indicadoras do Fitoplâncton mais frequente de água doce), também apresentaram crescimento iniciado anteriormente à operação da ETE, igualmente sem correlação com esta e com os parâmetros físico-químicos da água. As Diatomáceas (tomadas como indicadoras da condição nutricional da Lagoa) igualmente cresceram em densidade desde antes da operação da ETE e com relação a esta, sem nenhuma explicação de causa e efeito, tendo sido observados alguns valores mais altos em alguns pontos e datas. Os Fitoflagelados (protistas de vida livre e indicadores do funcionamento de ecossistemas aquáticos), a exemplo de outros indicadores biológicos, também apresentaram crescimento desde antes da operação da ETE, mostrando por vezes densidades mais altas espaço-temporalmente, e estabilidade antes da ETE funcionar.

Em síntese, a Lagoa dos Barros apresenta uma dinâmica complexa, demonstrada pelos dados espaço-temporais de natureza físico-química e biológica, ainda esperando uma explicação ecossistêmica, mas com apenas uma certeza em relação a eles: seu comportamento não se correlacionou com o período de operação da ETE Osório.

No que tange à floração registrada no verão de 2020, com base nos dados de monitoramento da série histórica entre 2009 e 2021, também não se vislumbra qualquer relação com a operação da ETE Osório. As causas prováveis devem residir em fatores naturais, em especial a elevação da temperatura atmosférica, a diminuição da velocidade dos ventos, o aumento da transparência da água e expansão da zona eufótica, e o rebaixamento do nível da Lagoa (Ferraz, 2012), bem como a outras fontes antrópicas não relacionadas à ETE Osório, como possíveis aportes de nutrientes relacionados a atividades agrícolas e esgoto doméstico no setor Norte da Lagoa que não aparentam ter tratamento e disposição final ambientalmente adequados.

Estudos detalhados de sensoriamento remoto e de potencial de eutrofização da Lagoa, a partir da análise de frações de Fósforo do sedimento, estão sendo realizados e os resultados deverão fornecer bases mais robustas para a identificação das causas de florações de Cianobactérias ocorridas na Lagoa dos Barros.

Quanto ao plano de monitoramento em execução, destacamos a necessidade de incluir a temperatura e a turbidez da água nos parâmetros de análise, realizar a coleta estratificada nos pontos P1, P4, P5, P6 e CA-Sul, com uma amostra em 20 cm e outra em 100 cm de profundidade, e utilizar métodos analíticos mais sensíveis para o Fósforo Total e o Ortofosfato. Recomendamos limite de quantificação menor ou igual a 0,02 mg/L P para o Fósforo Total e menor ou igual a 0,01 mg/L P para o Ortofosfato.

8 Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, L. E. E. (2017). Introdução à Avaliação e Expressão de Incerteza em Medições. Instituto de Física "Gleb Wataghin" da UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas. 31p.
- BECKER, V.; CARDOSO L. S.; MOTTA-MARQUES, D. (2004). Development of *Anabaena* Bory de Saint-Vincent & Flahault (Cyanobacteria) blooms in a shallow, subtropical lake in southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 16 (4): 306-317.
- BRASIL, Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Classificação de Águas, Doces, Salobras e Salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U. 36p.
- CABEZUDO, M. M.; RIBEIRO, K. F.; SCHNECK, F.; WERNER, V. R.; LIMA, M. S.; BOHNENBERG, J.; CROSSETTI, L. O. (2020). Ecological factors shaping cyanobacterial assemblages in a coastal lake system. *Hydrobiologia* 847: 2225-2239.
- CORREA, S. M. B. B. (2003). Probabilidade e Estatística. PUC Minas Virtual, 2ª edição. 116p.

- CROSSETTI, L. O.; BECKER, V.; CARDOSO, L. S.; RODRIGUES, L. H. R.; COSTA, L. S.; MOTTA-MARQUES, D. (2013). Is phytoplankton functional classification a suitable tool to investigate spatial heterogeneity in a subtropical shallow lake? *Limnologia* 43: 157-163.
- CROSSETTI, L. O.; BICUYDO, C. E. M.; (2008). Phytoplankton as a monitoring tool in a tropical urban shallow reservoir (Garças Pond): the assemblage index application. *Hydrobiologia* 610: 161-173.
- EA-4/02 M: 2013 (2013). Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration. EA - European Co-operation for Accreditation. 75p.
- ESTEVES, A. F. (2011). Fundamentos de Limnologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 826p.
- FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler/RS). Proposta de Enquadramento dos Recursos Hídricos do Litoral Norte. Porto Alegre, FEPAM. 1988. Relatório Técnico.
- FERRAZ, H.D.A. (2012). Associação da ocorrência de cianobactérias às variações de parâmetros de qualidade da água em quatro bacias hidrográficas de minas gerais. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte. 81 p.
- HAPPEY-WOOD, C. M. (1988). Ecology of freshwater planktonic green algae. In *Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton*. (C.D. Sandgren, ed.). Cambridge University Press Cambridge, p.175-226.
- INMETRO (2003). Expressão da Incerteza de Medição. Norma nº NIT-DICLA-021. 30p.
- INMETRO (2007). Guia Para a Expressão da Incerteza de Medição - Terceira Edição Brasileira. Diretoria de Metrologia Científica e Industrial (DIMCI) do INMETRO. Rio de Janeiro. 131p.
- OLIVER, R.; GANF, G. (2000). Freshwater Blooms. In: Whitton, B. and Potts, M., Eds., *The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space*, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands, 149-194.
- Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005. Ministério do Meio Ambiente. Brasil.
- REYNOLDS, C. S. (2006). *The ecology of phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- RIBEIRO, G. R.; ANDRADE, R. R.; MARODIN, C. R.; CROSSETTI, L. O. (2012). Effects of cyanobacterial summer bloom on the phytoplankton structure in an urban shallow lake, Guaíba Lake, southern Brazil. *Neotropical Biology and Conservation* 7: 78-87.
- SOARES, M. C.; HUSZAR, V. L. M.; MIRANDA, M. N.; MELLO, M. M.; ROLAND, F.; LURLING, M. (2013). Cyanobacterial dominance in Brazil: distribution and environmental preferences. *Hydrobiologia* 717: 1-12.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (2008). *Limnologia Oficina de Textos*. 632 p.
- UFRGS (2015a). Avaliação da Capacidade de Recepção de Efluentes Domésticos Tratados pela ETE de Osório na Lagoa dos Barros. Relatório Final. Volume I.

Diagnóstico Ambiental da Lagoa dos Barros. Termo de Contrato de Prestação de Serviços nº 685/13-DEGEC/SULIC.

UFRGS (2015b). Avaliação da Capacidade de Recepção de Efluentes Domésticos Tratados pela ETE de Osório na Lagoa dos Barros. Relatório Final. Volume II. Modelagem Hidrodinâmica e da Qualidade da Água da Lagoa dos Barros. Termo de Contrato de Prestação de Serviços nº 685/13-DEGEC/SULIC.

WETZEL, R. G. Limnology. Philadelphia: W. B. Saunders Co., 743, 1975.

ANEXO 1 - Dados de Monitoramento da Qualidade da Água da Lagoa
dos Barros.

Quadro A1.1 - Dados do monitoramento da qualidade da água da Lagoa dos Barros no período de junho de 2009 a fevereiro de 2021.

Operação	Data Coleta	DBO ₅ (mg/L O ₂)						Fósforo Total (mg/L P)						Nitrogênio Ammoniacal (mg/L N / NH ₄)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Antes	jun-09	2,9	0,6	0,6				0,08	0,06	0,06				0,1	<0,10	<0,10			
Antes	jul-09	3,0	0,9	0,9				0,06	0,05	0,06				<0,10	<0,10	ND			
Antes	ago-09	1,5	1,6	1,1				0,08	0,05	0,04				<0,10	<0,10	<0,10			
Antes	set-09							0,06	0,07	0,07				0,2	<0,10	<0,10			
Antes	out-09	2,7	2,0	2,5				0,09	0,09	0,10				<0,10	<0,10	<0,10			
Antes	nov-09	6,0	7,9	7,0	0,9	7,0		0,05	0,25	0,07	0,08	0,12		<0,10	<0,10	<0,10	ND	ND	
Antes	dez-09	2,2	1,8	2,7	1,3	1,4		0,05	0,08	0,06	0,07	0,08		0,1	<0,10	0,1	0,1	<0,10	
Antes	jan-10	3,4	3,2	3,3	3,4	2,2		0,07	0,34	0,06	0,09	0,08		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	ND	
Antes	fev-10	1,1	1,9	4,1	2,4	1,7		0,06	0,15		0,16	0,06		0,2	0,1	0,3	0,1	0,4	
Antes	mar-10	1,2	2,6	1,9	1,1	0,9		0,03	0,04	0,05	0,09	0,06		<0,10	0,1	<0,10	0,1	0,1	
Antes	abr-10		0,4	0,4	0,6	0,5		0,05	0,04	0,05	0,05	0,05		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Antes	mai-10	0,8	0,9	0,8	0,7	0,9	0,7	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antes	jun-10	2,4	1,6	1,2	3,9	1,5	1,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<0,10	<0,10	<0,10	0,2	0,1	0,1
Antes	jul-10	2,6	0,8	3,6	3,5	2,3	2,3	0,06	0,05	0,03	0,05	0,05	0,07	<0,10	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	<0,10
Antes	ago-10	1,6	0,3	3,4	3,5	2,2	4,3	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,1	0,1	0,2	<0,10	0,2	<0,10
Antes	set-10	2,3	2,3	2,4	3,8	1,8	2,2	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	<0,10
Antes	out-10	4,3	2,0	2,5	3,8	3,9	3,4	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	ND	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antes	nov-10	0,2	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antes	dez-10	5,5	4,2	3,3	2,7	3,0	2,6	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	<0,10	ND	<0,10	ND	<0,10	<0,10
Antes	jan-11	2,0	2,9	1,4	2,4	2,0	2,0	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	<0,10	<0,10	<0,10	0,1	0,1	ND
Antes	fev-11	1,4	1,2	1,0	1,4	1,8	0,0	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	<0,10	0,1	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antes	mar-11	1,4	1,3	2,9	2,5	1,1	1,3	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	<0,10	ND	ND	ND	ND	ND
Antes	abr-11	0,3	0,0	0,4	1,9	0,6	0,3	0,05	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	<0,10	<0,10	0,1	0,1	0,1	0,1
Antes	mai-11	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,2	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,2	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antes	jun-11	0,3	2,2	0,4	3,1	2,4	3,5	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Antes	jan-13	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Antes	fev-13	0,5	0,7	0,5	0,3	0,5	0,7	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Antes	mar-13	0,5	0,9	0,5	0,9	0,9	0,5	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Antes	abr-13	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Antes	mai-13	0,0	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Antes	jun-13	0,8	0,6	1,2	0,8	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1
Antes	jul-13	0,2	0,7	0,0	0,7	0,7	0,0	0,06	0,13	0,05	0,06	0,08	0,06	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Antes	ago-13	0,4	0,6	0,6	1,2	0,8	1,2	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antes	set-13	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	1,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antes	out-13	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antes	nov-13	0,2	0,2	0,4	0,4	0,7	0,4	0,07	0,11	0,17	0,06	0,11	0,06	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Antes	dez-13	0,4	0,2	0,4	0,6	0,4	0,6	0,06	0,08	0,07	0,07	0,06	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Antes	mar-16	0,4	0,5	0,7	1,1	2,2	1,1	0,05	0,04	0,04	0,05	0,07	0,06	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	abr-16	1,2	0,6	1,0	0,8	1,6	1,0	0,04	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	mai-16	0,8	0,6	0,8	0,6	0,2	0,2	0,06	0,05	0,06	0,07	0,05	0,07	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	jun-16	0,8	0,4	0,8	0,6	1,4	0,6	0,05	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	jul-16	0,5	0,9	1,1	0,7	0,9	0,5	0,08	0,05	0,07	0,02	0,03	0,08	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	ago-16	0,5	0,5	0,9	0,7	0,7	0,5	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,16	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	set-16	0,6	0,2	0,6	0,2	0,4	0,4	0,10	0,08	0,06	0,06	0,07	0,06	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	out-16	0,5	0,5	0,0	0,5	0,5	0,2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	nov-16	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,3	0,07	0,07	0,06	0,04	0,07	0,08	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	dez-16	1,6	1,2	0,8	0,6	0,2	0,4	0,09	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	jan-17	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,50	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	fev-17	0,5	0,7	0,5	0,9	0,4	0,40	0,09	0,07	0,09	0,09	0,07	0,07	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	mar-17	0,0	0,4	0,4	0,4	0,8	0,40	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	abr-17	0,2	0,5	0,2	0,9	0,8	0,50	0,07	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	mai-17	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,40	0,06	0,05	0,08	0,08	0,07	0,09	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	jun-17	2,6	2,2	1,8	3,8	2,0	1,6	0,06	0,08	0,07	0,06	0,08	0,04	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	jul-17	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	0,08	0,07	0,07	0,05	0,07	0,07	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	ago-17	0,7	0,5	0,0	0,4	0,2	0,2	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	set-17	0,5	0,5	0,9	2,5	0,5	1,6	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,08	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	nov-17	4,7	3,1	3,6	0,5	3,1	4,7	0,11	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	dez-17	0,7	0,2	2,9	1,1	0,7	0,5	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	jan-18	1,3	0,7	2,0	1,1	0,7	0,2	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,09	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Antes	fev-18	1,0	1,0	0,6	0,6	1,6	0,8	0,10	0,09	0,09	0,06	0,09	0,09	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	mar-18	0,4	0,4	0,8	0,0	0,4	0,6	0,07	0,06	0,07	0,07	0,09	0,08	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0	<0,0
Antes	abr-18	0,8	0,8	0,6	1,0	1,6	1,6	0,07	0,06	0,07	0,08	0,06	0,09	<0,0	<0,0	<			

Continuação . . .

Operação	Data Coleta	pH						Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)						Escherichia coli (NMP/100 mL)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Antes	jun-09	7,5	7,3	7,3				9,2	9,7	9,2									
Antes	jul-09	7,0	7,1	7,1				9,5	9,6	9,4				48	22	16			
Antes	ago-09	6,8	6,8	6,8				7,0	8,0	8,4				1410	744	172			
Antes	set-09	6,5	7,0	6,9				6,4	8,2	8,6				178	47	40			
Antes	out-09	6,3	6,2	6,4				5,5	4,4	5,8				60	35	30			
Antes	nov-09	6,3	6,3	6,6	6,7	6,9		3,7	1,8	3,8	5,3	8,0		114	435	109	52	55	
Antes	dez-09	6,7	6,9	6,9	7,0	7,0		5,6	6,8	6,6	7,8	8,3		32	13	6	32	5	
Antes	jan-10	6,5	6,8	7,1	7,2	7,0		5,8	3,9	12,0	9,8	8,5		529	253	600	29	34	
Antes	fev-10	6,4	6,6	2,7	6,7	7,1		2,0	6,3	3,0	7,4	8,0		125	108	0,5		21	
Antes	mar-10	6,3	7,2	7,1	7,4	7,2			9,9	8,6	8,4	8,3		249	240	199	24	9050	
Antes	abr-10	7,2	7,2	7,2	7,2	7,3		8,4	8,9	8,4	8,9	8,6		16	16	11	10	31	
Antes	mai-10	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5	7,5	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	27	43	54	45	63	0,5
Antes	jun-10	6,9	7,0	7,0	7,1	7,2	7,1	9,0	9,0	9,0	9,4	9,0	9,3	55	63	39	30	63	0,5
Antes	jul-10	7,4	7,2	7,0	7,1	7,1	7,1	9,9	7,7	9,9	9,9	9,3	9,3	56	107	108	18	31	59
Antes	ago-10	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,4	8,8	8,5	8,8	8,6	8,6	8,9	201	298	292	111	231	1
Antes	set-10	7,4	7,4	7,4	7,4	7,3	7,4	8,5	8,5	8,5	9,0	8,3	8,7	7	20	10	7	5	29
Antes	out-10	8,0	8,0	7,9	7,9	7,8	7,8	8,8	8,5	9,0	8,7	8,7	8,9	1	1	4	4	15	1
Antes	nov-10	7,6	7,5	7,5	7,5	7,4	7,5	8,0	8,0	8,0	8,0	8,6	5	2	6	9	8	1	
Antes	dez-10	7,7	7,6	7,6	7,6	7,6	7,4	8,0	8,4	7,9	8,4	7,8	8,0	0,5	1	0,5	1	41	1
Antes	jan-11	7,8	7,7	7,6	7,6	7,5	7,5	7,4	7,2	7,0	7,6	7,4	7,5	5	0,5	3	2	0,5	1
Antes	fev-11	7,2	7,1	7,0	7,2	7,2	7,2	7,5	7,3	7,1	7,5	7,9	5,2	10	2	3	6	27	0,5
Antes	mar-11	7,5	7,6	7,5	7,5	7,6	7,6	7,1	8,4	8,2	8,4	7,8	8,2	2	4	6	4	0,5	0,5
Antes	abr-11	7,4	7,3	7,3	7,2	7,2	7,2	8,3	8,2	8,3	8,3	8,0	8,3	1	0,5	2	7	34	1
Antes	mai-11	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	9,0	2	1	0,5	18	3	5
Antes	jun-11	7,0	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	8,8	10,0	7,1	10,0	10,0	10,0	15	14	28	15	29	6
Antes	jan-13	8,0	7,7	7,4	7,2	7,1	7,1	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8	11	45	2	4	19	0,5
Antes	fev-13	8,0	7,5	7,2	7,1	7,0	7,0	8,0	8,0	7,8	7,6	7,8	7,8	19	18	3	4	3	0,5
Antes	mar-13	7,0	7,8	7,4	7,2	7,1	7,0	8,2	8,2	8,4	8,2	8,4	8,2	2	5	3	28	10	0,5
Antes	abr-13	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4	6,4	9,0	9,0	8,8	9,0	9,0	9,0	0,5	2	0,5	0,5	0,5	2
Antes	mai-13	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5	6,6	9,2	9,4	9,4	9,4	9,2	9,4	4	12	18	36	23	22
Antes	jun-13	6,4	6,6	6,5	6,5	6,6	6,4	9,6	9,4	10,0	9,8	9,6	9,6	74	41	70	8	4	35
Antes	jul-13	5,6	6,1	6,4	6,4	6,5	6,7	9,6	9,8	9,6	9,8	9,6	9,6	30	44	35	199	44	46
Antes	ago-13	6,4	6,6	6,6	6,7	6,8	6,8	10	10	10	10	10	10	32	23	26	26	18	30
Antes	set-13	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	15	10	19	0,5	3	2
Antes	out-13	5,3	5,5	5,5	5,6	5,6	5,7	8,0	7,8	8,2	8,0	7,8	8,0	6	8	1	4	7	3
Antes	nov-13	4,9	5,0	5,2	5,2	5,2	5,3	8,2	8,2	8,4	8,4	8,4	8,4	0,5	1	0,5	1	6	0,5
Antes	dez-13	5,1	5,1	5,7	5,9	5,9	5,8	7,6	7,6	7,8	7,6	7,8	7,6	3	2	0,5	3	0,5	0,5
Antes	mar-16	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,2	7,0	7,8	7,6	0,5	0,5	1	7	1	0,5
Antes	abr-16	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	9,4	9,2	9,2	9,2	8,6	9,0	27	27	21	20	4	1
Antes	mai-16	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	9,4	9,4	9,6	9,4	9,2	9,2	1	6	15	31	3	36
Antes	jun-16	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	9,2	9,0	9,2	9,4	9,4	9,4	12	9	16	2	3	5
Antes	jul-16	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	9,8	10,0	10,0	10,0	9,8	9,8	4	0,5	2	27	4	1
Antes	ago-16	7,9	7,9	7,8	7,7	7,6	7,6	9,4	9,4	9,6	9,6	9,6	9,4	5	6	4	5	26	9
Antes	set-16	7,2	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	8,8	8,8	9,2	9,0	9,0	9,0	12	3	10	17	2	8
Antes	out-16	7,1	7,0	7,1	7,2	7,1	7,2	8,8	8,8	8,6	8,8	8,6	8,8	1	1	6	6	2	4
Antes	nov-16	7,3	7,0	7,1	7,1	7,1	7,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	6	13	6	1	102	9
Antes	dez-16	7,7	7,7	7,5	7,4	7,3	7,3	8,0	7,6	7,4	7,6	7,6	7,8	14	7	17	9	9	6
Antes	jan-17	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	1	4	0,5	5	21	0,5
Antes	fev-17	7,1	7,3	7,4	7,4	7,4	7,5	7,6	7,8	7,6	7,6	7,4	7,4	3	1	2	20	14	0,5
Antes	mar-17	7,8	7,6	7,7	7,6	7,6	7,5	8,0	8,0	8,2	8,4	8,6	8,0	0,5	4	0,5	16	0,5	0,5
Antes	abr-17	7,9	7,8	7,8	7,7	7,7	7,6	8,4	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6	4	0,5	79	3	9	1
Antes	mai-17	7,3	7,3	7,2	7,3	7,3	7,4	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	28	2	35	6	18	1
Antes	jun-17	7,8	7,7	7,6	7,5	7,5	7,5	9,6	9,2	9,2	9,4	9,4	9,6	44	39	29	31	40	16
Antes	jul-17	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,3	10,0	9,8	10,0	10,0	9,6	9,8	2	2	2	10	2	0,5
Antes	ago-17	9,0	8,0	7,9	7,8	7,7	7,7	9,2	9,2	9,0	9,0	9,0	9,2	5	6	2	3	16	0,5
Antes	set-17	7,9	7,7	7,6	7,6	7,6	7,5	8,6	8,4	8,6	8,6	8,6	8,8	64	29	9	5	1	1
Antes	nov-17	8,3	8,1	8,0	7,9	7,9	7,8	8,4	8,4	8,4	8,0	8,2	8,2	6	4	6	31	1.733	613
Antes	dez-17	8,1	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	8,0	7,8	8,0	7,8	7,8	7,8	15	15	23	11	55	1
Antes	jan-18													16	14	19	59	142	20
Antes	fev-18	8,4	8,2	8,0	7,9	7,8	7,8	7,8	7,6	7,6	7,6	7,4	7,6	12	14	14	13	158	0,5
Antes	mar-18	7,7	7,6	7,6	7,6	7,5	7,5	8,0	8,0	8,0	7,6	7,8	7,8	1	1	3	9	16	5
Antes	abr-18	7,8	7,4	7,1	7,0	6,8	6,6	8,0	8,0	8,0	8,2	8,0	7,8	1	0,5	0,5	1	3	0,5
Antes	mai-18	8,0	7,7	7,5	7,3	7,1	7,0	7,8	7,8	8,0	7,6	7,6	8,0	41	2	0,5	13	30	0,5
Antes	jun-18	8,1	7,7	7,4	7,2	7,0	6,9	8,2	8,4	8,4	8,2	8,4	8,2	5	9	12	1	4	0,5
Antes	jul-18	7,1	7,3	7,4	7,6	7,7	7,6	10,5	10,4	10,6	11,4	10,6	10,2	2	5	2	3	3	6
Antes	ago-18	7,5	7,6	7,6	7,6	7,5	7,6	9,8	9,6	9,8	9,6	9,4	10,0	77	157	75	793	435	0,5
Antes	set-18	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	9,4	9,4	9,4	9,4	9,6	9,6	6	3	5	10	12	7
Antes	set-18	7,7	7,8	7,7	7,7	7,5	7,7	8,2	8,4	8,4	8,4	8,4	8,2	70	3	61	50	1.203	40
Antes	out-18	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	8,4	8,4	8,4	8,4	8,2	8,4	1	2	1	6	1	32
Antes	nov-18	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8	8,2	17					

Continuação . . .

Operação	Data Coleta	Cianobactérias (cél/mL)						Clorofíceas (cél/mL)						Diatomáceas (cél/mL)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Antes	jun-09	2.409	749	130				0	3	2				17	160	51			
Antes	jul-09	57	0	0				6	0	0				18	16	33			
Antes	ago-09	140	0	67				7	2	29				4	27	96			
Antes	set-09	0	0	0				8	0	3				3	53	8			
Antes	out-09	0	46	0				186	293	162				78	60	71			
Antes	nov-09	0	95	11	0	8		23	49	8	0	0		20	1	10	8	64	
Antes	dez-09	6	0	57	0	0		31	14	1	1	6		23	30	41	90	136	
Antes	jan-10	373	55	0	0	33		69	147	1	18	0		36	53	34	66	98	
Antes	fev-10	951	341	487	118	13		29	20	158	6	3		14	536	0	617	908	
Antes	mar-10	198	0	0	81	0		1	44	14	0	6		39	1.105	1.575	966	1.014	
Antes	abr-10	180	6	81	0	0		0	0	0	0	0		184	201	324	54	33	
Antes	mai-10	0	0	0	46	112	565	3	0	0	0	4	6	118	193	174	224	242	129
Antes	jun-10	0	90	0	22	140	126	4	3	3	2	6	1	62	110	50	72	54	42
Antes	jul-10	0	0	0	0	520	0	1	7	1	5	1	0	45	21	18	52	32	45
Antes	ago-10	0	0	0	0	0	10	3	7	14	10	3	2	3	19	5	16	20	12
Antes	set-10	0	0	0	0	0	0	12	6	3	11	6	10	22	42	18	9	18	27
Antes	out-10	0	0	0	0	0	0	1	1	16	0	0	3	46	30	17	37	5	23
Antes	nov-10	0	0	0	0	0	0	3	0	14	18	2	8	21	13	112	29	55	59
Antes	dez-10	0	63	0	0	0	0	3	2	6	6	2	12	159	183	212	162	130	272
Antes	jan-11	619	690	18	774	1.322	548	13	0	0	3	0	0	364	573	924	1.005	325	542
Antes	fev-11	663	150	351	1.825	6.812	1.355	1	6	9	10	6	1	311	411	291	200	128	251
Antes	mar-11	636	729	984	1.362	1.671	1.407	6	24	6	27	30	9	498	513	477	297	153	246
Antes	abr-11	132	0	0	0	0	168	32	15	16	11	2	4	136	99	201	117	62	123
Antes	mai-11	0	0	0	209	0	0	74	3	3	46	9	23	280	319	433	296	203	345
Antes	jun-11	86	96	0	0	0	0	0	10	13	2	0	5	103	68	60	49	64	30
Antes	jan-13	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	252	237	255	115	239	377
Antes	fev-13	0	0	0	0	93	0,0	16	38	6	0	18	7	443	536	308	233	135	209
Antes	mar-13	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	37	34	22	18	31	25
Antes	abr-13	8	0	0	0	0	0	4	4	0	5	2	0	16	31	40	11	41	10
Antes	mai-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	8	3	0	6
Antes	jun-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	23	24	12	2	8	4
Antes	jul-13	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	7	12	13	11	7	10
Antes	ago-13	0	0	8	0	0	0	13	4	1	0	4	1	1	1	0	0	5	5
Antes	set-13	0	14	0	7	0	0	1	0	0	0	0	1	16	12	12	9	6	4
Antes	out-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	3	6	12	5
Antes	nov-13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	38	32	15	28	43	38
Antes	dez-13	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	4	0	89	68	47	49	39	70
Antes	mar-16	21	7	27	0	0	1.641	9	6	2	8	0	0	97	70	26	9	23	3.898
Antes	abr-16	0	0	80	0	14	0	37	47	41	127	96	4	16	34	10	4	0	1
Antes	mai-16	0	0	0	0	257	64	43	34	14	51	57	6	15	6	0	10	3	0
Antes	jun-16	0	267	0	0	0	294	21	27	0	35	29	63	4	3	4	0	8	0
Antes	jul-16	9	0	0	53	0	27	25	16	34	11	24	20	11	5	0	71	4	1
Antes	ago-16	30	27	34	84	2	46	4	0	2	0	13	0	27	47	48	48	47	33
Antes	set-16	180	175	80	223	154	189	65	34	50	80	29	35	203	811	221	970	55	699
Antes	out-16	2.072	1.531	1.025	1.061	1.600	2.448	513	225	287	531	287	408	1.416	1.694	1.969	1.632	1.887	1.062
Antes	nov-16	175	1.074	1.240	471	460	195	217	92	53	69	71	88	365	383	663	264	415	399
Antes	dez-16	0	939	163	0	551	735	287	163	0	246	265	20	41	286	0	369	143	123
Antes	jan-17	33	175	42	972	41	2.790	12	24	6	13	162	83	44	50	22	12	347	145
Antes	fev-17	351	6	0	4.678	57	161	3	10	19	410	3	20	119	43	175	1.805	69	38
Antes	mar-17	653	0	2.245	533	1.559	1.144	327	41	409	41	123	0	1.469	2.708	2.367	3.939	3.529	2.531
Antes	abr-17	5.225	5.088	13.376	4.736	5.580	735	123	82	82	204	82	41	3.551	4.267	1.559	1.021	1.887	3.061
Antes	mai-17	1.674	481	0	0	46	43	0	0	41	41	1	3	2.980	524	3.102	4.062	321	146
Antes	jun-17	0	0	0	0	490	0	1.714	123	574	4	204	123	2.408	3.959	3.324	128	1.510	2.954
Antes	jul-17	127	1.551	0	0	9	0	4	979	0	205	10	449	71	612	23	574	17	204
Antes	ago-17	53	1.067	37	369	0	0	1	0	3	123	0	0	7	492	13	0	1.797	33
Antes	set-17	17	0	419	103	272	0	6	0	3	0	0	17	69	38	15	26	215	172
Antes	nov-17	17	34	69	17	245	220	6	29	0	3	3	3	46	98	57	86	92	43
Antes	dez-17	167	28	327	82	0	34	9	35	245	123	0	9	137	12	612	1.231	77	120
Antes	jan-18	3.200	51	0	0	0	0	82	4	246	3	0	41	944	78	1.436	98	132	1.764
Antes	fev-18	159	69	3.488	1.239	69	66	6	0	0	41	0	3	642	370	3.118	3.510	418	252
Antes	mar-18	5.786	4.082	533	2.503	3.511	2.052	41	82	41	164	0	0	2.011	2.939	2.626	2.872	1.510	2.749
Antes	abr-18	1.067	1.755	0	0	1.067	490	0	0	0	0	205	0	1.436	1.878	2.066	1.272	2.667	2.123
Antes	mai-18	328	0	1.190	821	1.067	1.026	0	6	164	41	41	0	1.395	280	2.011	2.010	2.790	2.462
Antes	jun-18	0	0	0	120	69	34	6	163	41	0	3	0	175	1.592	1.846	143	144	217
Antes	jul-18	47	0	210	5.087	0	115	1	492	7	0	0	11	11	287	45	0	490	9
Antes	ago-18	208	66	234	40	174	435	6	9	6	43	95	9	109	58	148	72	35	61
Antes	set-18	324	34	114	34	17	120	189	34	158	29	18	0	66	18	55	52	45	106
Antes	out-18	898	1.477	85	48	28	46	41	41	15	20	3	0	613	246	135	36	74	117
Antes	nov-18	0	9	26	103	94	34	9	6	8	35	49	3	287	101	95	123	136	55
Antes	dez-18	380	75	11	0	656	429	117	25	78	3	3	26	248	467	257	303	397	412
Durante	dez-18	1.477	0	1.067	163	492	492	492	734	574	490	1928	1312	6.852	2.612	7.139	4.571	5.744	8.493
Durante	jan-19	219	330	272	144	73	104	1	0	0	0	6	0	67	37	49	56	6	90
Durante	fev-19	944	0	0	413	0	410	1.887	492	697	826	1189	615	1.477	1.805	2.175	4.048	2.298	1.805
Durante	mar-19	241	630	341	373	539	887	0	41	0	92	3	46	201					

Continuação . . .

Operação	Data Coleta	Fitoflagelados (cél/mL)						Fitoplâncton (cél/mL)					
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Antes	jun-09	32	533	13				2.458	1.445	196			
Antes	jul-09	33	2	0				114	18	33			
Antes	ago-09	143	39	110				294	68	302			
Antes	set-09	10	126	490				21	179	501			
Antes	out-09	239	429	351				503	828	584			
Antes	nov-09	18	20	53	14	3		61	165	82	22	75	
Antes	dez-09	16	9	56	32	20		76	53	155	123	162	
Antes	jan-10	113	24	199	195	12		591	279	234	279	143	
Antes	fev-10	36	6	10	0	0		1.030	903	655	741	922	
Antes	mar-10	17	17	6	6	1		255	1.166	1.595	1.053	1.021	
Antes	abr-10	2	2	4	2	6		366	209	409	56	39	
Antes	mai-10	7	6	4	1	3	3	128	199	178	271	361	703
Antes	jun-10	0	4	4	4	0	0	66	207	57	100	200	169
Antes	jul-10	2	4	1	3	4	0	48	32	20	60	557	45
Antes	ago-10	6	5	2	2	1	0	12	31	21	28	24	24
Antes	set-10	7	1	2	2	0	0	41	49	23	22	24	37
Antes	out-10	0	2	3	11	7	5	47	33	36	48	12	31
Antes	nov-10	10	16	95	19	11	5	34	29	221	66	68	72
Antes	dez-10	68	48	72	162	2	18	230	296	290	330	134	302
Antes	jan-11	0	0	0	54	6	3	1.196	1.263	942	1.836	1.653	1.093
Antes	fev-11	0	0	6	4	6	4	675	567	657	2.039	6.952	1.611
Antes	mar-11	3	3	6	39	87	12	1.143	1.269	1.473	1.725	1.641	1.674
Antes	abr-11	50	64	42	318	25	93	350	178	259	456	89	388
Antes	mai-11	349	14	126	705	104	87	703	336	562	1.256	316	455
Antes	jun-11	2	24	2	2	0	21	191	198	75	53	64	56
Antes	jan-13	0	0	28	116	0	0	252	238	283	231	240	377
Antes	fev-13	2	2	0	31	49	2	461	576	314	264	295	218
Antes	mar-13	0	2	0	66	8	0	41	36	23	84	29	35
Antes	abr-13	2	3	57	177	144	3	30	38	57	193	187	13
Antes	mai-13	19	5	2	154	0	0	29	16	10	157	0	6
Antes	jun-13	20	19	60	8	0	1	2.499	1.494	219	22	24	37
Antes	jul-13	6	11	58	6	2	8	17	23	71	17	9	18
Antes	ago-13	196	133	206	444	536	62	210	138	215	444	545	68
Antes	set-13	13	26	40	10	176	98	30	52	52	26	182	103
Antes	out-13	19	42	35	45	23	22	21	49	38	51	35	27
Antes	nov-13	1	0	0	1	5	1	39	32	15	30	49	39
Antes	dez-13	0	0	0	2	0	0	89	68	50	53	43	70
Antes	mar-16	62	7	17	35	2.806	8.515	219	60	72	52	2.829	14.054
Antes	abr-16	0	0	33	1	0	40	53	81	164	132	110	45
Antes	mai-16	3	0	43	9	6	3	61	40	57	70	323	73
Antes	jun-16	2	5	4	7	4	17	27	302	8	42	41	374
Antes	jul-16	122	140	309	207	209	138	167	161	343	342	237	186
Antes	ago-16	10	64	30	29	9	57	71	138	114	161	71	136
Antes	set-16	40	46	49	60	37	83	488	1.066	400	1.333	275	1.006
Antes	out-16	267	224	246	448	451	286	4.268	3.674	3.527	3.673	4.225	4.204
Antes	nov-16	57	60	112	26	152	60	814	1.609	2.069	830	1.098	742
Antes	dez-16	5.047	4.123	6.898	943	408	1.735	5.375	5.511	7.061	1.558	1.367	2.613
Antes	jan-17	104	256	79	1.002	1.998	5.050	104	256	79	1.002	1.998	5.050
Antes	fev-17	11	54	2	3.200	136	239	484	113	196	10.093	136	239
Antes	mar-17	123	123	326	164	1.395	82	2.572	2.872	5.347	4.677	6.606	3.757
Antes	abr-17	123	82	82	776	1.477	775	9.022	9.519	15.099	6.737	9.026	4.612
Antes	mai-17	82	3	82	82	11	7	4.736	1.008	3.225	4.185	379	199
Antes	jun-17	82	82	164	5	245	123	4.204	4.164	4.062	137	2.449	3.200
Antes	jul-17	22	286	23	779	8	82	224	3.428	<48	1.558	<48	735
Antes	ago-17	4	3.159	12	3.323	41	9	65	4.178	65	3.815	1.838	<10
Antes	set-17	9	18	11	26	7	0	101	56	448	155	494	189
Antes	nov-17	29	23	0	0	6	9	98	184	126	106	346	275
Antes	dez-17	26	12	245	82	6	3	339	87	1.429	1.518	83	166
Antes	jan-18	164	12	246	6	0	41	4.390	145	1.928	107	132	1.846
Antes	fev-18	123	123	82	41	1.143	1.436	7.961	7.226	3.282	5.580	6.164	6.237
Antes	mar-18	410	123	414	1.928	246	735	2.913	3.756	2.480	3.200	4.185	3.348
Antes	abr-18	2.708	40	984	2.338	82	3.200	4.431	326	4.349	5.210	3.990	6.688
Antes	mai-18	14	164	164	40	37	12	195	1.919	2.051	303	253	263
Antes	jun-18	76	4.021	23	2.420	4.898	77	135	4.800	285	7.507	5.388	212
Antes	jul-18	35	44	23	80	75	109	358	177	411	235	379	614
Antes	ago-18	34	69	29	23	6	32	613	127	356	138	86	258
Antes	set-18	123	123	17	4	0	26	1.675	1.887	252	108	105	189
Antes	out-18	68	56	1	12	14	11	364	172	130	273	293	103
Antes	nov-18	14	26	29	20	41	17	759	593	375	326	1.097	884
Durante	dez-18	164	123	246	817	82	492	8.985	3.469	9.026	6.041	8.246	10.789
Durante	jan-19	5	0	0	11	6	9	292	367	311	211	91	203
Durante	fev-19	1.641	328	820	1.983	1.682	1.846	5.949	2.625	3.692	7.270	5.169	4.676
Durante	mar-19	124	63	207	142	18	191	566	853	829	922	781	1.239
Durante	abr-19	82	1.395	11	371	2.667	62	6.153	4.923	559	3.923	5.375	1.818
Durante	mai-19	2.051	1.354	2.520	2.133	2.462	4.348	4.430	5.046	5.288	3.856	5.662	6.358
Durante	jun-19	697	83	41	124	124	82	4.184	3.924	6.072	6.940	5.741	4.759
Durante	jul-19	123	0	41	83	984	83	4.841	5.080	4.759	5.577	4.184	5.890
Durante	ago-19	0	2	41	41	656	0	8.467	147	10.574	5.990	5.865	11.899
Durante	set-19	82	41	123	83	0	82	3.528	8.385	5.211	5.741	4.185	4.915
Durante	out-19	0	41	83	0	82	0	11.606	1.969	5.330	3.077	1.651	3.305
Durante	nov-19	9	6	6	9	3	0	196	518	1.107	413	419	501
Durante	dez-19	1.375	4.090	389	1.477	118	98	3.714	5.742	636	10.461	745	253
Durante	jan-20	9	0	0	48	5	69	711	7.683	4.472	326	280	478
Durante	fev-20	0	82	82	41	2.871	1.859	7.022	7.221	3.856	6.442	9.682	12.020
Durante	mar-20	3	5	64	130	136	46	360	451	697	734	515	723
Durante	abr-20	738	41	697	0	661	41	5.866	10.585	5.129	5.785	5.907	12.309
Durante	mai-20	12	39	24	206	1	6	795	726	620	458	255	809
Depois	jun-20	18	148	15	24	4	12	360	772	277	290	448	528
Depois	jul-20	6	6	23	60	3	3	764	433	804	800	238	396
Depois	ago-20	15	21	2	25	84	1	423	90	124	158	311	374
Depois	set-20	10	3	5	12	4	13	138	212	167	170	112	141
Depois	out-20	10	8	18	50	41	29	241	156	184	177	168	240
Depois	nov-20	2	0	0	0	25	0	192	289	207	284	305	453
Depois	dez-20	86	192	85	63	64	85	3.141	2.328	2.947	2.690	2.670	1.773
Depois	jan-21	107	107	21	64	512	118	3.034	3.118	3.054	2.541	6.900	3.311
Depois	fev-21	12	219	52	64	16	1.239	1.071	1.684	1.226	1.278	732	3.760

Quadro A1.2 - Dados do monitoramento da qualidade da água da Lagoa dos Barros obtidos a partir do mês de março de 2021.

Data coleta	pH																	
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7 Centro	P8 Norte	P9 Oeste	P10 Sul	P11 Noroeste	P12 Nordeste	P13 Lançamento	P14 Montante	P15 Jusante	P16 Praia Osório	P17 Praia Sto Antonio	P18 Ponto Central
24/03/2021	6,86	6,86	6,87	6,79	6,85	6,86	6,81	6,49	6,86	6,94	6,62	6,83	6,93	6,97	6,71	6,94	6,47	6,84
22/04/2021	7,49	7,65	7,63	7,64	7,65	7,65	7,61	6,97	8,15	7,48	7,54	6,26	7,58	7,65	7,66	6,29	7,54	7,66
24/05/2021	6,68	6,67	6,66	6,66	6,67	6,67	6,67	6,64	6,11	6,68	6,67	6,20	6,67	6,68	6,68	6,20	6,08	6,67
18/06/2021	6,58	6,58	6,58	6,56	6,61	6,58	6,59	6,59	6,52	6,58	6,61	6,49	6,64	6,66	6,65	6,26	6,76	6,23
Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)																		
24/03/2021	6,9	6,6	6,9	5,9	7,3	6,8	6,8	6,8	6,8	7,4	6,9	6,7	6,5	6,6	6,5	6,8	6,7	6,9
22/04/2021	6,8	7,1	7,1	7,5	7,0	7,3	6,3	6,9	7,3	7,1	7,0	6,9	7,2	7,1	7,1	6,9	7,0	6,3
24/05/2021	8,0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	6,9	8,0	8,1	7,6	8,0	8,0	8,0	7,6	6,8	8,1
18/06/2021	7,6	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,4	7,6	7,6	7,4	7,8	7,8	7,8	7,3	7,3	7,6
Cloro Total (mg/L)																		
24/03/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
22/04/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
24/05/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
18/06/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
DBO (mg-L O ₂)																		
24/03/2021	<2,00	7,19	<2,00	<2,00	<2,00	17,74	<2,00	<2,00	<2,00	7,39	<2,00	<2,00	5,83	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00
22/04/2021	5,45	8,50	<2,00	5,74	<2,00	<2,00	<2,00	3,63	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	4,00	<2,00	<2,00
24/05/2021	47,15	13,29	10,30	15,22	10,85	17,45	9,10	3,88	6,78	6,64	6,50	6,75	<2,00	<2,00	<2,00	4,00	<2,00	<2,00
18/06/2021	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	<2,00	11,63
DQO (mg/L O ₂)																		
24/03/2021	<10,0	23,0	<10,0	<10,0	<10,0	45,0	<10,0	<10,0	<10,0	25,0	<10,0	<10,0	14,0	<10,0	<10,0	<10,0	15,0	<10,0
22/04/2021	17,0	29,0	<10,0	17,0	<10,0	<10,0	<10,0	15,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	12,0	<10,0	<10,0
24/05/2021	92,0	43,0	36,0	45,0	31,0	53,0	28,0	19,0	22,0	27,0	26,0	27,0	13,0	21,0	22,0	23,0	22,0	21,0
18/06/2021	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	53,0
Nitrogênio Amoniacal NH ₃ (mg/L N)																		
24/03/2021	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
22/04/2021	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1130,2	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,52	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
24/05/2021	0,21	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
18/06/2021	<0,20	0,23	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Nitrito como N (mg/L N)																		
24/03/2021	0,63	0,60	0,61	0,62	0,63	0,62	0,60	0,62	0,65	<5,5	0,64	0,55	0,61	0,63	0,63	0,64	0,62	0,60
22/04/2021	0,69	0,11	0,88	0,64	0,64	0,68	0,73	0,68	0,67	0,80	0,61	0,65	0,77	0,67	0,66	0,67	0,67	0,70
24/05/2021	0,60	0,50	0,60	0,52	0,62	0,23	0,61	0,64	0,65	0,63	0,61	0,62	0,61	0,58	0,58	0,64	0,63	0,63
18/06/2021	<0,10	0,60	0,62	0,60	0,61	0,62	0,60	0,63	0,61	0,61	0,61	0,60	0,61	0,63	0,61	0,56	0,67	0,62
Fósforo Total (mg/L P)																		
24/03/2021	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
22/04/2021	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
24/05/2021	0,08	0,18	0,21	<0,05	0,10	0,13	0,15	0,16	0,10	0,17	0,31	0,21	0,28	0,25	0,28	0,10	0,09	0,16
18/06/2021	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,12	<0,05	0,09	0,05	0,13	0,11	0,05	0,10	0,12	0,05	0,11	0,09	0,06
Ortofosfato (mg/L)																		
24/03/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	5,4	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
22/04/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
24/05/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
18/06/2021	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
Clorofila-a (µg/L)																		
24/03/2021	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	5,1	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	1,6	0,97
22/04/2021	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	1,2	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	1,2	<0,75	<0,75	<0,75	4,4	<0,75
24/05/2021	<0,75	<0,75	<0,75	1,7	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	2,3
18/06/2021	2,3	<0,75	2,2	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	0,81	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75	<0,75
Cianobactérias (cél/mL)																		
24/03/2021	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
22/04/2021	<1	<1	996	120	<1	410	<1	519	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1055	<1	<1
24/05/2021	<1	170	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
18/06/2021	<1	<1	<1	<1	<1	<1	3984	2390	3586	8366	1195	7171	8366	<1	<1	478	1195	1195
Escherichia coli (NMP/100 mL)																		
24/03/2021	1,8E+02	9,0E+01	1,6E+03	1,8E+02	1,6E+03	1,6E+03	1,6E+03	4,0E+01	1,8E+02	1,6E+03	4,0E+01	1,6E+03	3,5E+02	9,0E+01	9,0E+01	1,2E+02	9,0E+01	1,8E+02
22/04/2021	<1,8	6,1E+00	2,0E+00	4,3E+01	3,5E+02	5,6E+00	1,5E+02	1,0E+01	4,0E+00	5,6E+00	<1,8	3,3E+01	8,3E+00	7,8E+00	<1,8	3,8E+01	3,3E+01	1,8E+00
24/05/2021	1,3E+02	7,0E+01	3,5E+02	1,1E+01	2,4E+02	3,5E+02	3,3E+01	3,3E+01	1,3E+01	4,9E+01	1,3E+02	3,5E+02	5,4E+02	4,6E+01	3,5E+02	1,7E+02	2,3E+01	7,9E+01
18/06/2021	2,2E+01	7,8E+00	1,7E+01	1,7E+01	9,2E+00	2,2E+01	6,8E+00	1,7E+01	7,8E+00	4,5E+00	7,8E+00	1,1E+01	2,1E+01	1,1E+01	6,1E+00	9,2E+00	1,7E+01	1,1E+01

Quadro A1.3 - Coordenadas UTM dos pontos de coleta de água da Lagoa dos Barros. P1 a P6: monitorados desde 2009. Demais pontos incorporados no plano de monitoramento em março de 2021.

Local	Coordenadas UTM 22J		Local	Coordenadas UTM 22J	
	(m) E	(m) N		(m) E	(m) N
P1	564553	6687117	CP-4	563493	6687342
P2	564440	6686821	CP-5	563500	6686589
P3	564623	6687304	CP-6	563210	6688757
P4	565330	6691758	CA-CENTRO	560724	6688248
P5	555549	6694119	CA-NORTE	560784	6692007
P6	560446	6688555	CA-OESTE	560874	6682601
CP-1	564341	6687521	CA-SUL	556762	6694955
CP-2	564202	6686813	CA-NOROESTE	556628	6688667
CP-3	563960	6687236	CA-NORDESTE	564285	6691612

Quadro A1.4 - Dados do monitoramento da qualidade do Afluente/Efluente da ETE - Estação de Tratamento de Esgotos de Osório lançado na Lagoa dos Barros, no e fevereiro de 2020.

Data	pH													
	nov/18		dez/18		jan/19		fev/19		mar/19		abr/19		mai/19	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
1					7,1	6,9			7,4	7,3	7,4	7,5	7,5	7,6
2					7,3	6,9			7,2	7,0	7,4	7,4	7,4	7,5
3			7,0	7,0	7,2	7,0			6,9	7,1	7,3	7,5	7,3	7,4
4			7,2	7,2	7,1	6,9	6,8	6,4	7,0	7,3	7,5	7,6	7,4	7,5
5					7,3	7,2	6,9	6,7	7,3	7,1	7,4	7,5	7,5	7,6
6			7,3	7,3	7,2	7,1	7,1	7,0	7,2	7,1	7,5	7,4	7,6	7,9
7			7,3	7,3	7,2	7,1	7,0	7,3	7,5	7,3	7,4	7,5	7,7	7,7
8					7,2	7,1	7,1	6,8	7,3	7,2	7,3	7,4	7,6	7,7
9							6,7	6,8	7,7	7,8	7,4	7,7	7,2	7,2
10			7,1	7,1			6,4	6,6	7,6	7,7	7,0	7,2	7,4	7,5
11			7,0	7,2	7,1	7,2	6,8	6,9	7,2	7,4	7,3	7,3	7,3	7,4
12			7,1	7,2	7,3	7,2	6,9	7,1	7,4	7,3	7,4	7,3	7,5	7,6
13			7,1	7,3	7,3	7,2	6,7	7,0	7,4	7,5	7,4	7,4	7,5	7,7
14			7,2	7,4	7,2	7,1	7,1	6,7	7,4	7,4	7,3	7,5	7,9	7,7
15					7,1	7,2	6,8	6,7	7,5	7,5	7,4	7,4		
16					7,0	7,2	7,0	6,8	7,3	7,4	7,4	7,7		
17			7,1	7,3	7,1	7,0	7,0	7,1	7,2	7,4	7,5	7,6	7,5	7,4
18			7,1	7,2	7,1	7,1	6,6	6,6	7,4	7,6	7,5	7,3	7,5	7,4
19	7,2	7,4	7,0	7,1	7,1	7,2	7,1	7,0	7,3	7,4	7,2	7,3	7,5	7,5
20	7,1	7,0	7,1	7,0	6,9	6,8	7,0	7,0	7,4	7,3	7,3	7,4	7,6	7,5
21	7,2	7,2	7,1	7,0	7,0	7,0	7,0	7,2	7,3	7,2	7,4	7,4	7,4	7,6
22	7,1	7,6	7,1	7,1	7,1	7,0	6,9	7,0	7,4	7,3	7,4	7,5		
23	7,1	7,4	7,1	7,0	7,0	7,1	7,0	7,1	7,4	7,2	7,5	7,4		
24			7,2	7,0	7,2	7,0	6,8	7,0	7,3	7,3	7,4	7,6		
25			7,2	7,0	7,3	6,8	7,0	7,2	7,4	7,3	7,6	7,6	7,6	7,4
26	7,0	7,2	7,1	7,0	7,0	6,8	7,0	7,3	7,4	7,7	7,8	7,9	7,5	7,4
27	6,9	7,0	7,1	7,1	7,0	6,4	7,2	7,0	7,2	7,4	7,6	7,7	7,1	6,8
28	7,0	7,1	7,1	7,1	7,0	6,8	7,0	7,0	7,3	7,4	7,4	7,2	7,6	7,4
29	7,2	7,2	7,1	7,0	7,1	6,9			7,2	7,3	7,5	7,7	7,5	7,6
30	7,2	7,2	7,2	7,1	7,0	7,0			7,2	7,3	7,3	7,7	7,7	7,7
31			7,1	7,1	7,1	7,0			7,3	7,4			7,6	7,7

Continuação . . .

Data	pH (Limite 6,0 à 9,0)											
	ago/19		set/19		out/19		nov/19		dez/19		jan/20	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
1	7,0	7,1	6,9	6,7	7,1	7,3	7,2	7,0				
2	7,1	7,3	7,1	6,9	7,0	7,2	7,3	7,1	7,2	7,3	7,4	7,3
3	7,2	7,3	6,6	6,4	7,0	7,1			7,0	6,7	7,5	7,4
4			6,8	6,6	7,1	6,9	6,9	7,0	7,2	7,3	7,3	7,1
5	6,9	6,9	6,7	6,6			6,9	6,9	6,9	7,0	7,2	6,8
6	6,9	6,1	6,8	6,5			6,9	6,7	7,1	6,8	7,3	7,2
7	6,7	6,6	6,8	6,5	7,2	6,8	6,7	7,0	6,7	7,4	7,0	7,3
8	6,8	6,4	6,7	6,6	7,0	7,0			7,2	7,3	7,0	7,2
9	6,8	6,9	6,8	6,7	7,0	7,2	7,2	7,1	7,4	7,2	7,1	7,2
10	6,9	7,1	6,7	6,5	7,0	7,1	7,1	7,1	7,3	7,4	7,3	7,2
11	6,9	7,1	6,5	6,5	7,0	7,1			6,7	7,0	7,2	7,1
12	7,0	7,2	6,6	6,5	7,0	6,9	7,1	6,8	6,9	7,0	7,3	7,2
13	6,8	6,9	6,7	6,2	7,1	7,5	6,9	7,0	7,5	7,5	7,2	7,0
14	6,4						6,9	7,1	7,6	7,3	7,2	7,1
15	6,6				7,2	7,2	7,0	7,2	7,6	7,4	7,2	7,3
16	6,2	7,3	6,6	6,5	7,1	7,2			7,5	7,4	7,1	7,2
17	6,8	7,1	6,5	6,5	7,1	7,0			7,6	7,4	7,2	7,2
18	6,9	7,1	6,6	6,7			6,9	7,0	7,3	7,2	7,2	7,3
19	6,9	7,0	6,7	6,6	7,1	7,0	7,2	7,0	7,5	7,4	7,2	7,1
20	6,8	6,9	6,5	6,6	7,1	7,0	7,0	7,2	7,5	7,5	7,2	7,3
21	6,9	6,8			7,2	7,1	6,9	7,0			7,2	7,3
22	6,9	7,0	6,8	6,5	7,2	6,7	7,0	7,0			7,1	7,3
23	7,0	7,0	6,3	6,1	7,1	6,5	7,1	7,2	7,5	7,4	7,0	7,2
24	7,1	7,2	6,5	7,4	7,2	6,8	6,9	6,8	7,4	7,2	7,2	7,3
25	6,8	6,5	7,0	7,2			6,9	7,1	7,5	7,4	7,1	7,0
26	7,0	6,8	7,1	6,8	7,3	6,9	7,2	6,8	7,2	6,9	7,1	7,2
27	6,1	6,2	7,0	6,7	7,2	7,0	7,1	6,9	7,6	7,4	7,2	7,3
28	6,7	6,5	6,9	7,0			7,0	6,9			7,1	7,2
29	6,9	6,8	6,9	7,1	7,2	7,1	7,1	7,0			7,1	7,4
30	7,0	6,7	6,8	7,0					7,0	7,0	7,2	7,3
31			6,9	6,9			6,7	6,7			7,5	7,4

Continuação . . .

DATA	Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)	Sólidos Suspensos Totais (mg/L)		Óleos e Graxas (mg/L)		DBO ₅ (mg/L O ₂)		Nitrogenio Amoniacal (mg/L N-NH ₃)		Fósforo Total (mg/L P)		Escherichia coli (NMP/100 mL)	
	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
02/01/19	-	29	<24	<10	<10	14	8,3	16	6,0	1,5	0,58	80.900	13
08/01/19	-	400	<24	27	<10	77	5,6	16	7,7	3,3	0,83	93.300	520
15/01/19	-	53	<24	<10	<10	9,5	3,7	16	7,7	1,6	0,87	63.800	153
22/01/19	-	<24	<24	<10	<10	11	4,2	12	4,8	1,2	0,71	547.500	1.296
29/01/19	2,1	30	<24	<10	<10	13	2,2	16	4,3	1,5	0,69	92.080	1.674
05/02/19	6,9	<24	<24	<10	<10	2,4	1,7	6,6	2,0	0,60	0,85	201.400	2.909
12/02/19	6,7	<24	<24	-	-	13	2,1	18	4,0	1,8	1,1	387.300	2.950
19/02/19	7,1	55	<24	-	-	12	1,5	14	4,3	1,6	1,0	129.600	2.909
26/02/19	7,0	33	<24	-	-	5,3	3,4	12	7,7	0,94	1,2	727.000	15.970
06/03/19	6,9	<24	<24	<10	<10	5,3	1,2	15	4,3	1,2	1,1	248.100	4.611
12/03/19	7,7	27	<24	-	-	3,2	2,0	11	3,7	0,93	0,60	686.700	68.670
19/03/19	7,3	45	<24	-	-	4,5	2,1	13	6,0	0,94	1,2	443.000	16.580
26/03/19	7,6	<24	39	-	-	8,0	2,7	16	5,4	1,5	1,3	461.100	27.230
02/04/09	7,3	<24	<24	<10	<10	13	4,5	20	8,8	1,6	1,1	172.300	68.670
09/04/19	6,7	24	<24	-	-	3,1	2,4	7,2	4,3	0,62	0,65	488.400	104.620
16/04/19	6,9	<24	<24	-	-	4,2	2,7	12	9,2	0,73	-	920.800	99.000
23/04/19	6,6	54	<24	-	-	2,9	2,0	2,0	5,8	0,66	1,1	52.100	78.000
30/04/19	6,7	60	<24	-	-	2,1	0,9	7,5	3,5	0,30	0,39	64.880	16.070
08/05/19	6,6	<24	<24	<10	<10	6,7	1,8	13	5,2	1,7	1,0	920.800	19.350
14/05/19	6,8	142	30	-	-	6,1	3,5	5,2	9,2	0,64	0,90	365.400	104.620
21/05/19	5,5	487	<24	-	-	7,1	0,6	9,2	ND	2,2	0,61	127.400	172
28/05/19	6,7	356	26	-	-	14	3,1	4,3	7,5	1,8	0,55	727.000	155.310
04/06/19	7,2	197	<24	<10	<10	8,6	1,1	4,0	2,3	1,5	0,48	816.000	2.980
11/06/19	5,9	30	<24	<10	<10	2,6	1,2	9,2	5,1	1,0	1,0	42.600	10.430
18/06/19	6,9	24	<24	<10	<10	2,8	1,3	8,4	6,3	1,0	1,5	35.900	30
25/06/19	6,1	24	<24	<10	<10	14	2,4	18	7,2	1,6	1,3	517.200	10.860
03/07/19	6,4	<24	40	<10	<10	5,7	2,8	12	8,9	1,0	1,7	83.900	28.510
09/07/19	7,6	<24	<24	<10	<10	5,4	4,5	11	7,7	0,78	1,3	613.100	30.760
16/07/19	5,2	24	<24	<10	<10	23	4,6	17	11	1,8	1,6	571.000	57.940
23/07/19	6,6	<24	<24	<10	<10	11	4,1	14	8,7	1,4	1,5	520.000	52.900
30/07/19	7,3	<24	<24	<10	<10	4,5	2,4	10	4,6	1,2	0,83	129.100	51.720
06/08/19	7,4	<24	<24	<10	<10	11	4,0	16	7,5	1,7	1,3	426.000	34.480
13/08/19	6,0	26	<24	<10	<10	18	5,0	18	9,2	1,8	1,5	387.300	68.670
20/08/19	4,7	<24	<24	<10	<10	13	5,2	17	13	1,7	1,7	336.000	34.480
27/08/19	4,6	<24	<24	<10	<10	10	6,5	17	15	1,6	1,8	298.700	17.250
03/09/19	6,8	77	<24	10	<10	27	5,9	22	14	2,6	1,9	327.000	6.700
10/09/19	6,3	32	<24	<10	<10	16	6,8	18	13	1,9	1,9	686.700	27.550
17/09/19	6,0	33	<24	<10	<10	11	7,0	12	13	1,3	1,6	66.300	6.970
24/09/19	5,8	33	<24	<10	15	10	1,9	17	10	1,8	1,5	617.000	46.110
02/10/19	6,1	31	<24	<10	<10	18	4,3	21	14	2,5	2,0	554.000	465.000
08/10/19	7,2	83	<24	<10	<10	13	1,6	15	5,3	1,9	0,82	1.296.000	38.730
15/10/19	8,0	80	<24	22	<10	13	0,1	14	12	1,7	1,8	1.723.000	10
22/10/19	7,0	<24	<24	<10	<10	8,6	4,4	15	8,9	1,1	1,2	1.198.000	151.500
05/11/19	5,4	42	<24	<10	<10	3,6	2,5	<2,0	<2,0	0,28	0,47	150.000	0
12/11/19	6,0	32	<24	<10	<10	4,4	1,2	9,2	2,1	0,77	0,37	749.000	345
19/11/19	5,8	<24	<24	<10	<10	14	2,6	17	5,5	1,9	0,90	1.046.000	14.136
26/11/19	6,0	30	<24	<10	<10	13	1,0	18	<2,0	2,0	0,28	1.664.000	659
03/12/19	6,0	<24	<24	<10	<10	12	5,0	15	7,9	1,6	1,4	613.000	88.600
09/12/19	2,0	33	<24	<10	<10	16	0,7	16	<1,5	2,1	0,20	218.700	771
16/12/19	6,0	69	27	<10	<10	27	5,3	22	12	2,9	1,9	816.400	48
23/12/19	7,0	27	<13	<10	<10	13	<0,7	18	7,6	2,0	2,5	275.500	0
30/12/19	3,0	49	<13	14	<10	27	5,1	25	21,0	2,9	2,1	173.290	0
07/01/2020	2,0	20	<13	<10	<10	18	7,3	22	14	2,3	1,9	261.300	291
14/01/2020	6,0	34	<20	<10	<10	17	3,8	17	10	1,9	1,8	186.000	579
21/01/2020	5,0	23	<13	<10	<10	21	7,6	24	16	2,6	2,0	83.600	68
28/01/2020	3,0	30	<13	<10	<10	19	7,0	22	14	2,5	1,8	86.000	73
04/02/2020	3,5	20	<13	14	<10	11	8,4	18	12	2,0	1,1	238.200	2.495
13/02/2020	7,0	80	25	44	11	20	<2,0	18	12	2,3	2,0	50.120	47
18/02/2020	4,4	53	<13	14	<10	31	7,7	27	15	3,2	2,1	111.990	29.500
26/02/2020	4,0	172	<13	24	<10	52	5,4	21	19	3,2	2,2	2.723.000	882.000
Média						13,4	3,6	14,9	8,7	1,6	1,2	478.196	49.241
Desvio Padrão						12,0	2,3	5,6	4,7	0,7	0,6	487.135	128.652

Quadro A1.5 - Vazões de lançamento da ETE de Osório, no período de operação, entre novembro de 2018 e março de 2019

Vazão (L/s)														
Afluente														
Dia	nov/18	dez/18	jan/19	fev/19	mar/19	abr/19	mai/19	jun/19	jul/19	ago/19	set/19	out/19	nov/19	dez/19
1		17,69	45,69	6,99	2,08	3,13	5,13	6,77	5,43	5,65	3,48	7,80	19,99	5,75
2		17,69	35,54	6,99	3,13	3,65	4,09	5,90	-	6,54	5,32	8,10	21,11	10,42
3		21,93	47,03	6,98	4,17	2,60	4,86	5,90	7,23	5,42	3,53	24,22	21,11	11,69
4		14,17	20,32	3,02	2,96	3,13	4,17	4,34	7,59	5,65	3,96	23,17	44,48	11,81
5		19,98	35,00	4,13	3,29	6,68	5,38	3,56	6,52	4,97	4,46	23,18	44,48	11,81
6		20,24	38,43	4,56	3,38	5,29	4,34	3,13	7,59	4,97	5,86	23,18	30,91	15,30
7		22,09	21,99	7,38	2,87	7,89	4,26	3,03	7,23	4,97	5,63	11,81	27,77	15,64
8		22,09	26,68	4,44	9,25	4,95	3,82	2,95	6,88	5,19	6,83	10,25	27,77	14,19
9		22,09		5,56	9,50	4,34	3,56	2,87	6,88	4,97	7,87	10,56	26,34	14,19
10		17,59		5,56	6,25	4,34	5,38	2,78	6,88	5,42	7,53	14,90	18,36	9,88
11		24,31	46,24	7,92	6,77	4,17	5,13	2,34	7,59	4,73	9,48	8,00	18,36	13,99
12		24,31	27,84	6,66	5,73	3,91	4,69	2,34	5,79	7,22	9,92	11,00	18,16	13,55
13		23,50	23,87	3,41	5,46	3,91	7,29	1,13	8,68	4,97	6,30	14,27	29,95	11,15
14		25,16	17,74	2,96	6,00	3,73	7,55		10,86	4,97		14,27	10,57	11,12
15		25,16	25,28	3,24	4,17	3,21	1,56		7,96	4,73		12,77	14,27	18,82
16		25,16	23,39	5,87	4,17	16,67	2,26		6,15	5,42	14,41	26,42	14,27	16,68
17		17,21	25,44	5,07	5,21	10,32	3,82	1,22	6,52	6,18	14,58	40,46	14,28	11,18
18		21,89	25,43	3,24	5,21	7,29	2,78	2,34	6,15	3,51	10,60	40,46	15,42	15,94
19	21,45	25,74	33,56	3,85	4,17	5,03	2,95	2,52	7,59	3,66	9,24	16,38	13,09	13,55
20	20,78	21,10	22,88	3,85	4,17	4,17	2,69	1,74	6,88	4,19	9,24	13,97	13,19	12,89
21	20,68	19,04	25,12	3,85	4,69	4,59	1,48	1,64	6,15	3,02	9,25	31,64	8,55	12,89
22	19,65	16,26	21,03	3,85	3,65	4,07		2,18	7,23	6,84	9,25	19,81	29,40	12,91
23	21,23	14,50	5,98	3,85	4,17	4,51		1,91	12,30	4,21	9,24	19,18	14,93	8,90
24	21,23	16,20	5,46	3,85	4,17	4,34		1,99	27,50	4,61	7,59	15,74	10,46	12,87
25	21,23	23,07	4,13	3,85	3,13	9,90	2,08	2,08	17,00	4,62	8,98	15,75	10,93	12,49
26	19,33	20,59	4,51	3,85	3,13	12,67	3,56	2,43	11,22	4,86	7,49	25,49	11,69	12,96
27	22,35	38,38	4,05	3,85	5,21	13,98	4,95	1,99	8,32	5,64	7,30	23,00	11,69	11,77
28	21,59	31,04	3,84	3,85	5,21	13,98	8,85	1,30	9,77	4,97	7,37	23,01	11,69	11,77
29	15,16	39,35	8,59		3,65	8,43	5,21	1,30	6,32	5,97	9,53	13,23	11,69	11,77
30	17,69	38,29	6,10		4,17	6,69	8,43	1,83	6,69	6,62	9,38	13,24	11,69	12,22
31		39,47	6,99		3,13		5,21		6,08	2,58		13,23		14,57
	Vazão média (L/s) =				11,42			Volume médio da Lagoa (m³) =				48.250.000		Fator
	Volume de efluente lançado na Lagoa (m³) =				473.504			Volume da Lagoa com renovação (m³) =				72.400.000		



Figura A1.1 - Localização dos pontos de monitoramento da qualidade da água da Lagoa dos Barros. Pontos próximos ao lançamento são mostrados na Figura A1.3. **Retângulos vermelhos**: pontos monitorados desde 2009. **Retângulos azuis**: pontos monitorados a partir de março de 2021.



Figura A1.2 - Estações amostrais próximas ao ponto de lançamento (P1).

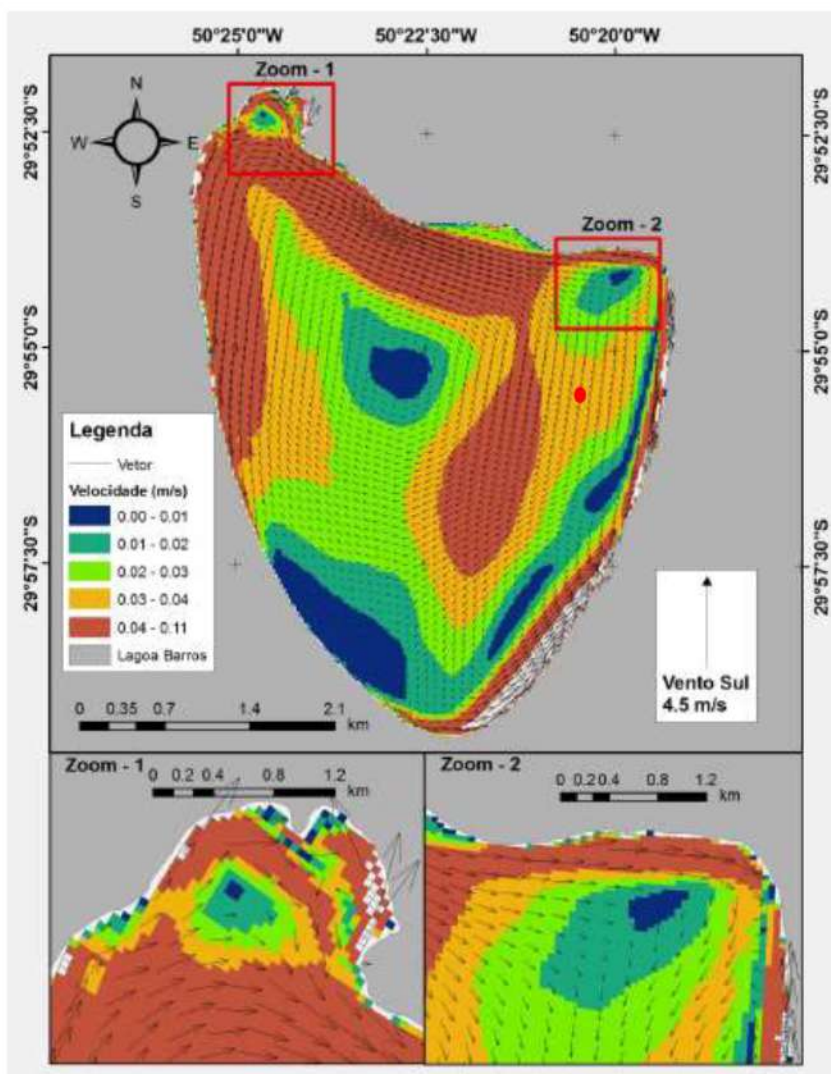


Figura A1.3 - Modelo de correntes na lagoa sob regime de vento Sul. Note que na zona no entorno do ponto de lançamento da ETE (**circulo vermelho**) as correntes são do Norte para o Sul infletindo para o sudoeste. Fonte: UFRGS (2015).

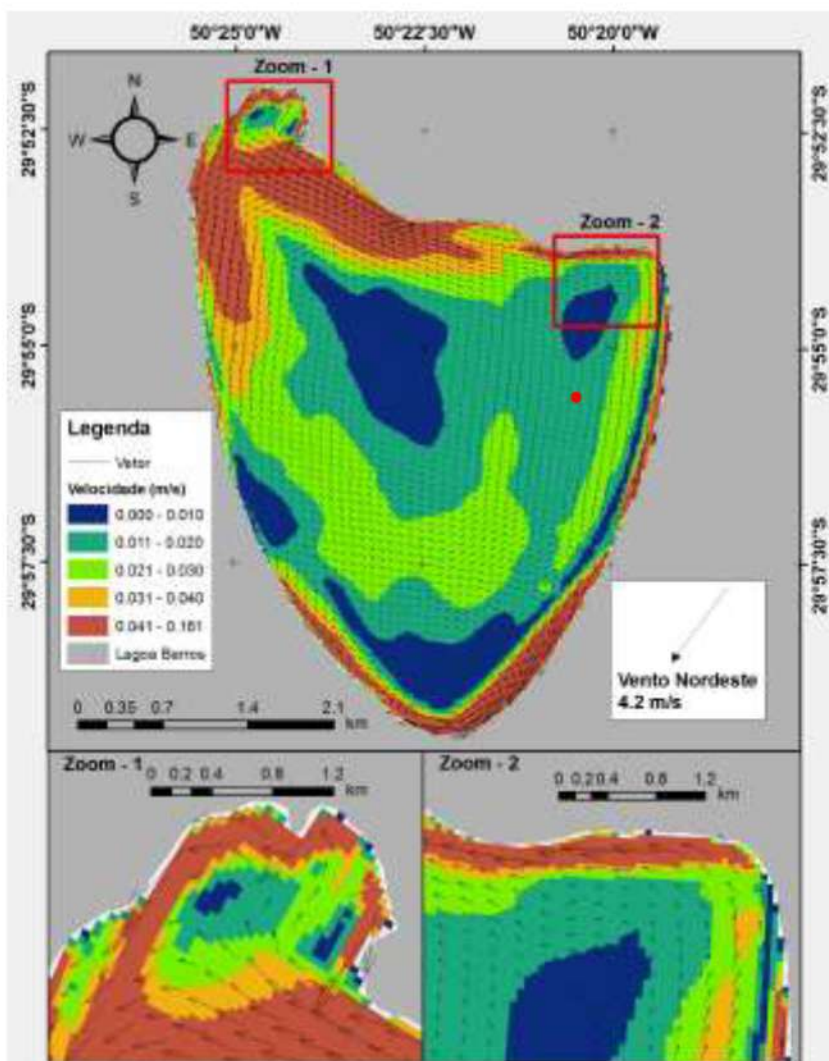


Figura A1.4 - Modelo de correntes na Lagoa sob regime de vento Nordeste. Note que na zona de entorno do ponto de lançamento da ETE (**circulo vermelho**) as correntes são de Sul para Norte acompanhando a borda da lagoa. Fonte: UFRGS (2015).

ANEXO 1A - Análise do Plano de Monitoramento da Lagoa dos Barros
Apresentado em Agosto de 2020.

CONSIDERAÇÕES ACERCA DO PLANO DE MONITORAMENTO DA LAGOA DOS BARROS.

Em atendimento à solicitação da CORSAN quanto ao plano de monitoramento da Lagoa dos Barros, faço as seguintes considerações.

O plano de monitoramento da Lagoa dos Barros apresentado pela CORSAN contempla 18 pontos de coleta de amostras de água, incluindo os seis pontos já monitorados desde 2009 mais doze pontos constantes do relatório "Avaliação da Capacidade de Recepção de Efluentes Domésticos Tratados pela ETE de Osório na Lagoa dos Barros", realizado pela UFRGS no período de 2014 a 2015, conforme representado nas Figuras 1 e 2.

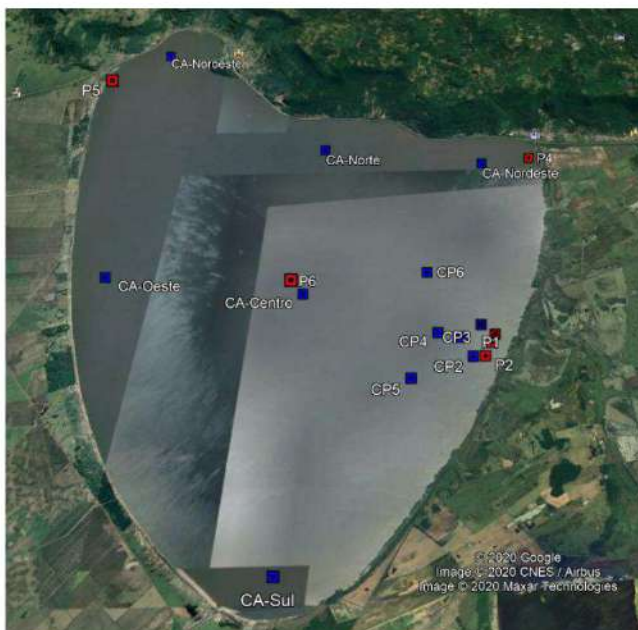


Figura 1. Distribuição dos pontos de monitoramento previstos no plano de monitoramento da Lagoa dos Barros. Pontos azuis: pontos de controle do modelo computacional realizado pela UFRGS. Pontos vermelhos: atuais pontos de monitoramento da CORSAN.



Figura 2. Detalhe dos pontos próximos ao lançamento do efluente da ETE Osório.

É importante destacar que os doze pontos incluídos na rede de monitoramento, apresentados no relatório da UFRGS como "pontos de controle inseridos na grade computacional do modelo visando avaliar a diluição e decaimento em campo próximo e distante do ponto de lançamento da ETE Osório" são apenas pontos de controle do modelo matemático. Não foram indicados como pontos de monitoramento da qualidade da água da lagoa durante a operação da referida ETE.

A melhor definição de quantidade e localização dos pontos de monitoramento é feita com base no resultado dos modelos hidrodinâmicos e de qualidade da água. Esses modelos, por óbvio, foram rodados depois da escolha dos pontos de controle, uma vez que estes fazem parte da modelagem.

O plano de monitoramento da Corsan, como mostrado nas Figuras 1 e 2, pode ser ajustado em dois aspectos a saber: superposição de dois poços na mesma região a ser monitorada e pontos desnecessários, em demasia, próximos ao lançamento da ETE. No que se refere a dois pontos na mesma região a ser monitorada, a superposição reside nos pontos P5 e CA-Noroeste, P4 e CA-Nordeste e P6 e CA-Centro. Nestes casos, os pontos CA-Nordeste e CA-Centro podem ser descartados, mantendo-se os pontos P4 e P6 que já tem um longo histórico de monitoramento e são representativos daquelas porções da lagoa. O ponto CA-Noroeste, por outro lado, deve ser mantido, mesmo que próximo ao P5, tendo em vista que aquele setor da lagoa representa uma zona de acúmulo de contaminantes em períodos de vento Nordeste, o mais comum registrado no local.

Na zona próxima ao lançamento do efluente, os modelos hidrodinâmicos de corrente e os modelos de qualidade da água (Figuras 3, 4 e 5) indicam que são necessários 4 pontos de monitoramento, sendo os já existentes P1, P2 e P3 mais o ponto CP-5 localizado a Sudoeste do lançamento da ETE.

A inclusão dos pontos CA-Sul, CA-Norte, CA-Oeste se faz necessária devido ao regime de correntes da lagoa que tem forte componente paralelo às margens, tendendo a concentrar os contaminantes nestes setores. O ponto CA-Noroeste, deve ser incluído por causa do acúmulo de contaminantes naquele local conforme mostrado nos modelos de qualidade da água (Figura 5). Por fim, o ponto CP-5 também deve compor a rede de monitoramento, porém com ligeiro deslocamento para nordeste, nas coordenadas UTM 563.500E e 6.686.589N, de modo que possa captar com maior fidelidade os efeitos das correntes que passam pelo ponto de lançamento e infletem para sudoeste sob regime de vento Sul.

Com base no acima exposto, entendemos que a rede de monitoramento da Lagoa dos Barros fica adequada e representativa com onze pontos de coleta, de acordo com a Tabela 1 e a Figura 6.

Tabela 1. Pontos de coleta de água sugeridos para o plano de monitoramento da Lagoa dos Barros.

PONTO	UTM E	UTM N	PONTO	UTM E	UTM N
P1	564553	6687117	CP-5	563500	6686589
P2	564440	6686821	CA-NORTE	560784	6692007
P3	564623	6687304	CA-SUL	560874	6682601
P4	565330	6691758	CA-NOROESTE	556762	6694955
P5	555549	6694119	CA-OESTE	556628	6688667
P6	560446	6688555			

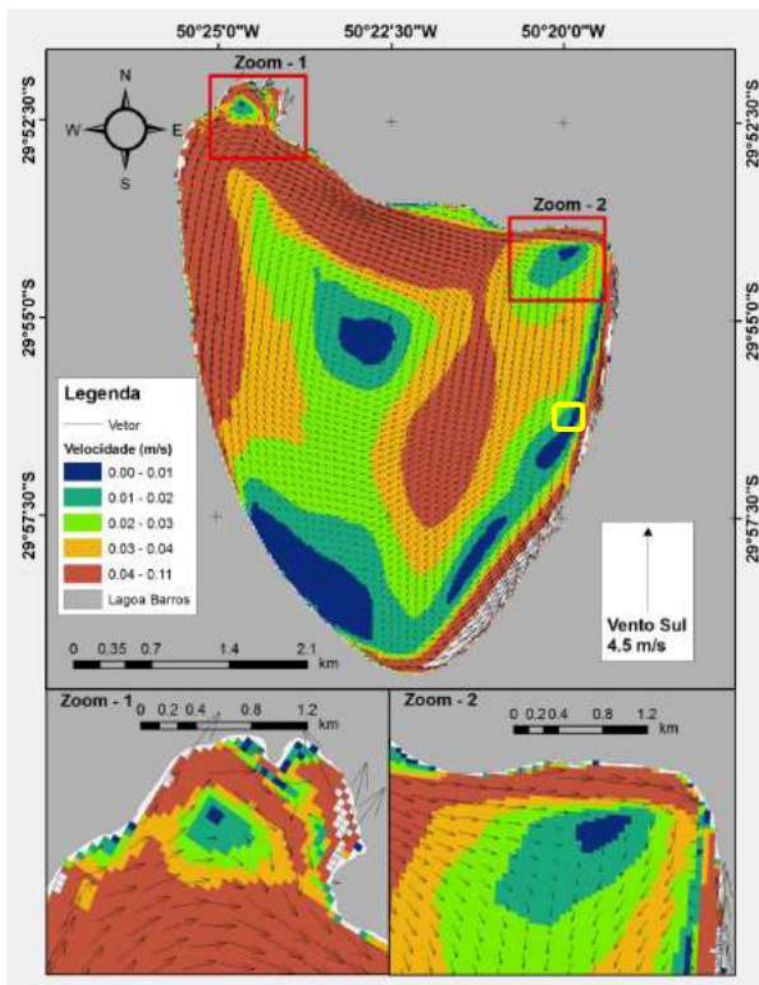


Figura 3. Modelo de correntes na lagoa sob regime de vento Sul. Note que na zona no entorno do ponto de lançamento da ETE, retângulo amarelo, as correntes são do Norte para o Sul infletindo para o sudoeste.

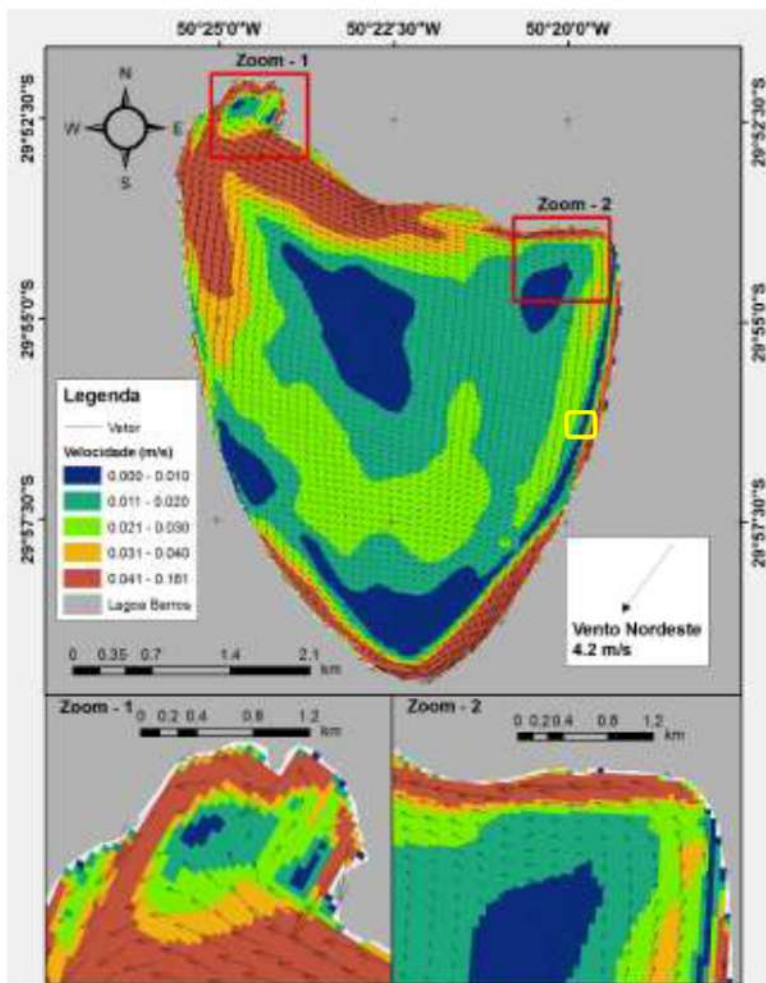


Figura 4. Modelo de correntes na Lagoa sob regime de vento nordeste. Note que na zona de entorno do ponto de lançamento da ETE, círculo amarelo, as correntes são de Sul para Norte acompanhando a borda da lagoa.

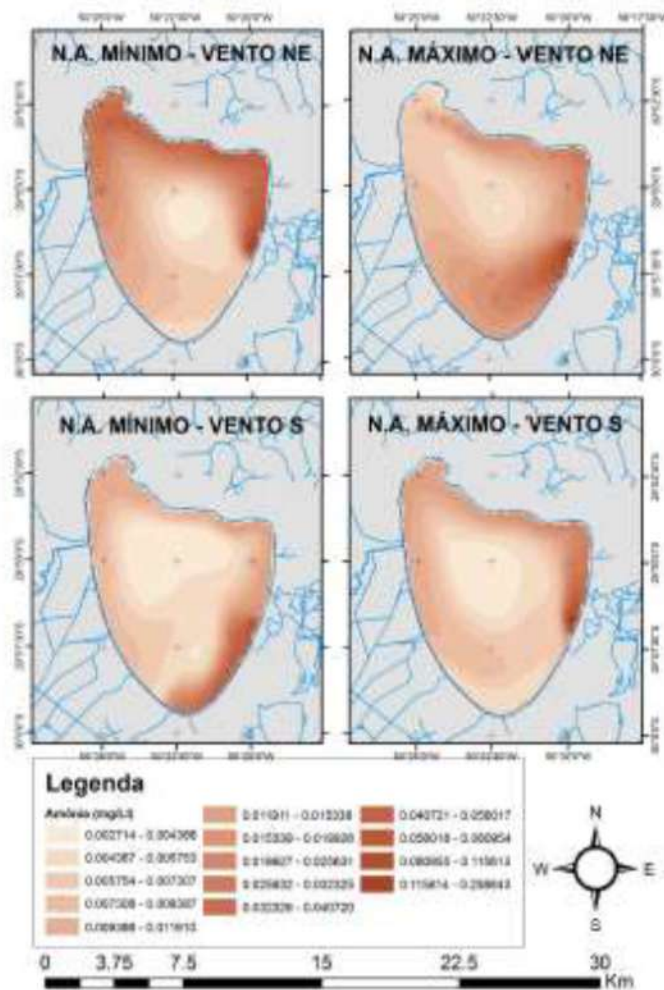


Figura 5. Modelo da variação espacial das concentrações de nitrogênio amoniacal na Lagoa dos Barros com a operação da ETE Osório. Note que os maiores incrementos no conteúdo deste contaminante ocorrem junto ao ponto de lançamento e ao longo das margens, para o Sul ou para o Norte dependendo da direção do vento e do nível da Lagoa. Vale destacar, ainda, o incremento significativo na porção noroeste, extremo oposto ao ponto de lançamento, onde se situam os pontos CA-Noroeste e P5.

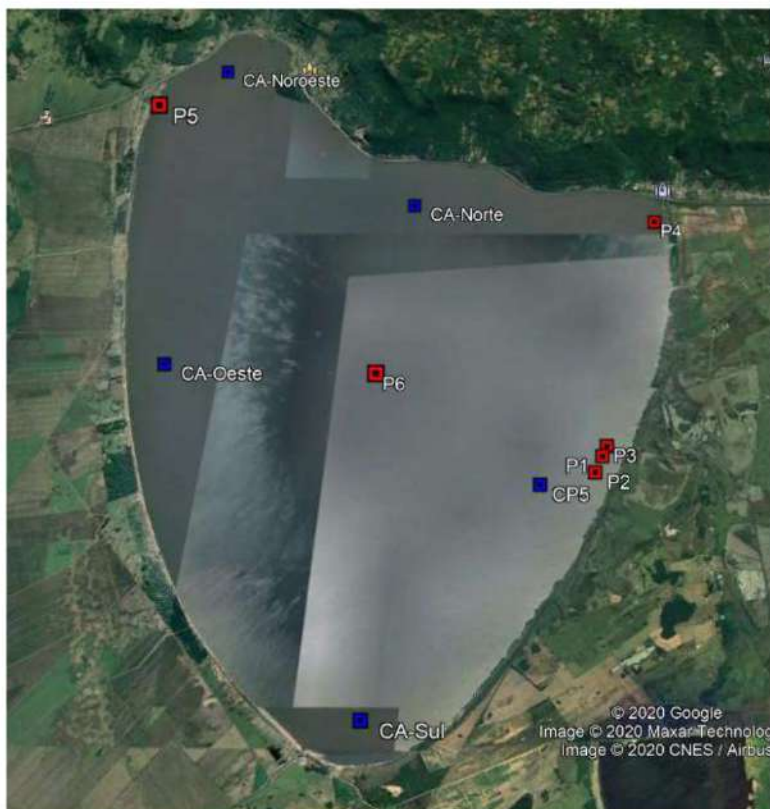


Figura 6. Localização dos pontos de monitoramento sugeridos. P1 é o está no ponto de lançamento da ETE.

Porto Alegre, 25 de agosto de 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized, cursive script that is difficult to decipher but appears to be 'Antonio Pedro Viero'.

Prof. Antonio Pedro Viero

ANEXO 2 - Procedimentos de Cálculo da Incerteza de Medição.

A2.1 Determinação da Incerteza de Medição

A2.1.1 Introdução

A incerteza de medição consiste no valor associado ao resultado de uma medição (valor de uma única ou a média de um conjunto) que caracteriza a dispersão do valor que pode ser razoavelmente atribuído à grandeza medida ou mensurando (quantidade particular submetida a medição). Não confundir a dispersão do valor que representa um conjunto de medições (desvio padrão da média) com a dispersão dos valores do conjunto de medições (desvio padrão experimental).

A incerteza de uma medição, portanto, é a dúvida que existe a respeito da validade do resultado que representa a(s) medição(ões) realizadas e, em última análise, diz respeito à qualidade da medição.

Várias podem ser as fontes de incerteza. Eliminá-las é algo impossível, no entanto, o que melhor se pode fazer é identificá-las da maneira mais adequada, quantificá-las e estimar a influência no valor do mensurando (variável medida). Quando se procede uma análise da incerteza, o que se procura fazer é quantificar a qualidade da medição. As situações em que isso se faz necessário são diversas:

- na calibração de instrumentos e padrões, para verificar se os mesmos se encontram dentro das tolerâncias definidas em especificação técnica;
- na área de ensaios, para verificar se o resultado do ensaio pode ser aprovado ou não;
- no controle de riscos associados à tomada de decisão de aprovar ou rejeitar uma amostra;
- na área legal, para verificar a conformidade de resultados de medições com limites de tolerâncias legais.

Para efeito da análise da incerteza neste trabalho, as seguintes definições serão utilizadas:

- **Incerteza-padrão (u):** incerteza do resultado de uma medição expressa como um desvio-padrão. Para a quantificação da incerteza-padrão são avaliados dois tipos de incertezas potencialmente presentes na(s) medida(s) realizada(s): a Tipo A e Tipo B;
- **Incerteza tipo A (u_A):** é a incerteza avaliada a partir da análise estatística de uma série de observações repetidas sob as mesmas condições. É o caso desse trabalho, em que a série de observações repetidas está distribuída ao longo do tempo;
- **Incerteza tipo B (u_B):** é a incerteza avaliada por quaisquer outros meios que não a análise estatística de séries de observações. Esse tipo de incerteza está associado aos equipamentos utilizados na determinação do mensurando em laboratório (incerteza de calibração do instrumento, resolução do instrumento, nível de erro, por exemplo);

- **Incerteza-padrão combinada (u_c):** é a incerteza-padrão do resultado de uma medição oriunda da combinação em quadratura de incertezas tipo A e tipo B. Ou seja, a incerteza-padrão combinada corresponde à raiz quadrada positiva de uma soma de termos quadráticos de incertezas: $u_c = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$;

- **Incerteza expandida (U):** é a incerteza-padrão ampliada ou alargada pelo fator de expansão ou de abrangência, k_p , ou seja: $U = u_c \cdot k_p$.

A escolha do fator de expansão deve levar em consideração o nível de confiança requerido e conhecimentos sobre a distribuição estatística dos valores do mensurando, dentre os aspectos mais importantes. Normalmente, admite-se que a frequência dos valores do mensurando obedece a uma distribuição gaussiana (distribuição normal). Nesse caso, para um número considerável de observações (número de graus de liberdade > 6 , pelo menos), os fatores de expansão, k_p , associados ao nível da confiança são os seguintes:

- $k_p = 1$: nível de confiança de 68,3%
- $k_p = 2$: nível de confiança de 95,4%
- $k_p = 3$: nível de confiança de 99,7%

Quando o número de observações (número de graus de liberdade < 6), o fator de expansão, k_p , deve ser tomado como o valor do teste de Student, t associado ao nível da confiança de 95%.

O nível de confiança definido pela incerteza expandida é a medida da probabilidade de que o valor do mensurando (resultado de uma medida única ou a média de um conjunto de dados, por exemplo) esteja dentro do intervalo entre a (medida única ou média - U) e a (medida única ou média + U).

A2.1.2 Procedimentos de Cálculo da Incerteza Padrão

O cálculo da incerteza de medição dos diferentes parâmetros de qualidade da água da Lagoa dos Barros analisados ao longo do período, dentro da série temporal de análises disponível, foi feito de acordo com as recomendações na literatura pertinente aplicável ao caso em estudo (INMETRO, 2003 e 2007; EA-4/02 M: 2013 (2013); ARAUJO, 2017).

Considerando os diferentes tipos de incerteza definidos anteriormente, destaca-se que a incerteza padrão Tipo B (incerteza do processo de análise em laboratório ou "incerteza analítica"), não foi computada ou considerada neste trabalho, na medida da inexistência desse tipo de informação nos relatórios das análises realizadas.

De outra parte, a incerteza Tipo A, pertinente ao estudo em apreço, foi calculada de acordo com os seguintes procedimentos, conforme descrito em INMETRO (2003):

a) cálculo da média experimental, $\bar{q}$ de cada um dos parâmetros de qualidade da água analisados em laboratório:

- DBO₅ (mg/LO₂)
- Fósforo Total (mg/L P)
- Nitrogênio Amoniacal (mg/L N / NH₃)
- pH

- Oxigênio Dissolvido (mg/L O₂)
- *Escherichia coli* (NMP/100 mL)
- Cianobactérias (cél/mL)
- Clorofíceas (cél/mL)
- Diatomáceas (cél/mL)
- Fitoflagelados (cél/mL)
- Fitoplâncton (cél/mL)

$$\bar{q} = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n q_i \quad (1)$$

onde: q_i = valores da série de dados do parâmetro no período considerado no cálculo (antes, durante ou depois da operação da ETE ou período de interesse específico);

n = número de dados da série disponíveis no período considerado.

b) cálculo da variância experimental, $s^2(q)$ e do desvio padrão experimental, $s(q)$:

$$s^2(q) = \frac{1}{n-1} * \sum_{j=1}^n (q_i - \bar{q})^2 \quad (2)$$

$$s(q) = \sqrt{s^2} \quad (3)$$

c) cálculo do desvio padrão da média, $s(\bar{q})$:

$$s(\bar{q}) = \frac{s(q)}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

Nota: disso decorre que, quanto MAIOR o número de amostras n, MENOR será a incerteza de medição na medida da manutenção do mesmo nível do desvio padrão experimental. Na prática, quanto maior o número de informações disponíveis (número de amostras), menor tende a ser a incerteza de medição do valor média utilizado para representar o mensurando (parâmetros de qualidade da água, no caso em apreço).

d) incerteza-padrão, $u(\bar{q})$:

A incerteza-padrão, $u(\bar{q})$ associada à estimativa de entrada de $\bar{q}$ é o desvio padrão da média, $s(\bar{q})$, ou seja:

$$u(\bar{q}) = s(\bar{q}) \quad (5)$$

Nota: no caso em estudo, a incerteza-padrão, $u(\bar{q})$ corresponde a parcela da incerteza combinada, u_c representada apenas pela incerteza Tipo A ($u_c = \sqrt{u_A^2}$), na medida da impossibilidade de determinação da incerteza Tipo B.

e) incerteza expandida, U_p :

A incerteza expandida para um nível da confiança p foi calculada admitindo-se uma distribuição normal para os valores dos parâmetros estudados, ou que essa condição (de distribuição normal) foi atendida com alto grau de aproximação, tendo em vista os seguintes aspectos presentes no estudo em apreço:

- O número de observações utilizado na avaliação da incerteza é considerado elevado ($n > 20$, 30 ou mais dependendo do período considerado);
- O Teorema Central do Limite é atendido na medida em que a incerteza-padrão $u_c(\bar{q})$ não é dominada por uma avaliação de incerteza Tipo A baseada em poucas observações. Como visto acima, n é um número elevado de amostras, portanto, a avaliação da incerteza Tipo A sempre está baseada em um número considerável de observações.

Assim, U_p foi definida utilizando um fator de abrangência, $k_p = 2$, o qual irá proporcionar um nível da confiança (ou probabilidade de abrangência) de 95% para a estimativa do parâmetro analisado. O cálculo é feito conforme segue:

$$U_{p\ 95\%} = k_p \cdot u_c(\bar{q}) \quad (6)$$

A expressão dos parâmetros analisados e a incerteza associada é feita da seguinte forma, utilizando o parâmetro DBO como exemplo:

$$\text{DBO (\%)} = \text{DBO}_{\text{médio no período considerado}} \pm U_{p\ 95\%}$$

Na prática, essa expressão do resultado de uma medição deve ser interpretada de forma a significar que a melhor estimativa do valor atribuível ao parâmetro DBO é $\text{DBO}_{\text{médio}}$, e que $(\text{DBO}_{\text{médio}} - U_{p\ 95} \text{ a } \text{DBO}_{\text{médio}} + U_{p\ 95})$ é um intervalo com o qual se espera abranger uma extensa fração da distribuição de valores médios que podem ser razoavelmente atribuídos à variável DBO.

A2.1.3 Incerteza Padrão de Medição dos Parâmetros de Qualidade da Água da Lagoa dos Barros

O cálculo da incerteza de medição foi feito com base na série histórica de 141 meses (136 amostras) entre junho/2009 e fevereiro/2021, utilizando **TODOS** os resultados disponíveis (de **TODOS** os pontos de amostragem na Lagoa e de **TODOS** os períodos) os quais correspondem ao agrupamento dos períodos ANTES, DURANTE e DEPOIS da entrada em operação da ETE. Assim, a incerteza de cada parâmetro está associada à MÉDIA GERAL do respectivo parâmetro. A síntese dos resultados das determinações da incerteza de medição dos diferentes parâmetros de qualidade da água na Lagoa dos Barros é apresentada no Quadro A2.1. Para efeitos de comparação entre a incerteza-padrão (u) da média do mensurando (no caso em apreço, equivalente à dispersão da média do parâmetro de qualidade da água analisado) e a dispersão experimental do parâmetro de qualidade da água, o Quadro A2.2 apresenta a proporção da incerteza-padrão (u) e do desvio padrão experimental (s) em relação à média, juntamente com a proporção entre a incerteza de medição (u) e a dispersão dos dados experimentais representada pelo desvio padrão experimental (s).

De outra parte, para mostrar a variação da incerteza de medição, em função do número de amostras considerado do período em análise, as Figuras A2.1 a A2.10 mostram graficamente o comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL, determinados para cada um dos parâmetros monitorados. O que se observa, com exceções bem delineadas, é a diminuição da incerteza com o aumento do número de amostras consideradas na análise. Esse comportamento é esperado e normal quando o desvio padrão se mantém constante na medida do acréscimo de dados experimentais à série analisada. Essa normalidade é quebrada e bem caracterizada nos 5 parâmetros biológicos: Cianobactérias, Clorofíceas, Diatomáceas, Fitoflagelados e Fitoplâncton, a partir do início do período ininterrupto de monitoramento, em março/2016. Para esses parâmetros, a partir do início desse período é observado um aumento da dispersão dos dados. Ainda assim, observa-se que a proporção da incerteza-padrão (u) em relação ao desvio padrão experimental (s), ao final do período, é a mesma ao que é observado nos demais parâmetros, da ordem de 4,2% (ver última coluna no Quadro A2.2).

Os resultados apresentados nos Quadros A2.1 e A2.2 mostram que a incerteza-padrão é pouco considerável comparada com a dispersão dos dados das séries representada pelo desvio padrão experimental. Isso se verifica mesmo quando a incerteza de medição é relativamente elevada em relação ao valor da média do parâmetro (no caso da *Escherichia coli*, u corresponde a 31,5% do valor da média, comparado com os 743% do desvio padrão - ver Quadro A2.2). Os valores do desvio padrão experimental são extremamente elevados comparados com a incerteza-padrão. As exceções são os desvios dos parâmetros pH e Oxigênio Dissolvido, que apresentam valores muito baixos, ainda assim bem superiores à incerteza-padrão.

Tais constatações recomendam o uso do desvio padrão experimental como "incerteza" (ao invés da incerteza-padrão, u_p 68% ou a expandida, U_p 95%) associado à média definida para o período considerado (se integral ou parcial dentro do período 06/2009-02/2021), para a representação da faixa de variação dos valores dos diferentes parâmetros de qualidade da água da Lagoa dos Barros. O número de desvios padrão a serem utilizados depende do nível de confiança requerido.

Como observado nas análises estatísticas, a maior parte dos parâmetros possui desvios padrão elevado, sugerindo-se os seguintes procedimentos para a definição da faixa de variação de cada um dos parâmetros com nível de confiança de 95%:

- valor **MÍNIMO**: Média - 1 ou 2*Desvio Padrão Experimental ou
ZERO se (média - 1 ou 2*Desvio Padrão Experimental < 0)
- valor **MÁXIMO**: Média + 1 ou 2*Desvio Padrão Experimental

Quadro A2.1 - Análise global da Lagoa - Dados originais - Determinação da Incerteza de medição.

Parâmetro de Análise	Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Estatística Descritiva			Incerteza de Medição		
		Nº de Amostras	Média	Desvio Padrão Experimental, s	Incerteza Padrão, u	Fator de Abrangência, k_p	Incerteza Expandida, $U_{p,95\%}$
DBO ₅ (mg/L O ₂)	3 fases agrupadas num único período.	557	1,10	1,12	±0,05	2	±0,09
Fósforo Total (mg/L P)		560	0,06	0,02	±0,001	2	±0,002
pH		554	7,28	0,66	±0,03	2	±0,06
Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)		554	8,44	1,05	±0,04	2	±0,09
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)		557	55,14	409,73	±17,36	2	±34,72
Cianobactérias (cél/mL)		561	496,13	1320,85	±55,77	2	±111,53
Clorofíceas (cél/mL)		561	81,86	252,80	±10,67	2	±21,35
Diatomáceas (cél/mL)		561	833,64	1440,66	±60,82	2	±121,65
Fitoflagelados (cél/mL)		561	275,81	830,58	±35,07	2	±70,13
Fitoplâncton (cél/mL)		558	1693,09	2579,92	±109,22	2	±218,43

Quadro A2.2 - Relação entre a dispersão da média (incerteza-padrão) e a dispersão experimental (desvio padrão experimental) dos diferentes parâmetros de qualidade da água da Lagoa dos Barros.

Parâmetro de Análise	Fase de Monitoramento em Relação à Operação da ETE	Estatística Descritiva - Dados Originais			Proporção dos Diferentes Parâmetros de Dispersão		
		Média	Desvio Padrão Experimental, s	Incerteza-Padrão, u	s / Média (%)	u / Média (%)	u / s (%)
DBO ₅ (mg/L O ₂)	3 fases agrupadas num único período.	1,10	1,12	0,05	101,9	4,3	4,2
Fósforo Total (mg/L P)		0,06	0,02	0,001	39,1	1,7	4,2
pH		7,28	0,66	0,03	9,0	0,4	4,2
Oxigênio Dissolvido (mg/L O ₂)		8,44	1,05	0,04	12,4	0,5	4,2
<i>Escherichia coli</i> (NMP/100 mL)		55,14	409,73	17,36	743,0	31,5	4,2
Cianobactérias (cél/mL)		496,13	1320,85	55,77	266,2	11,2	4,2
Clorofíceas (cél/mL)		81,86	252,80	10,67	308,8	13,0	4,2
Diatomáceas (cél/mL)		833,64	1440,66	60,82	172,8	7,3	4,2
Fitoflagelados (cél/mL)		275,81	830,58	35,07	301,1	12,7	4,2
Fitoplâncton (cél/mL)		1693,09	2579,92	109,22	152,4	6,5	4,2

Nota: $s / Média$ = coeficiente de variação (CV); Classe de dispersão: $CV \leq 15\%$ (BAIXA); $15\% < CV < 30\%$ (MÉDIA); $CV \geq 30\%$ (ALTA).

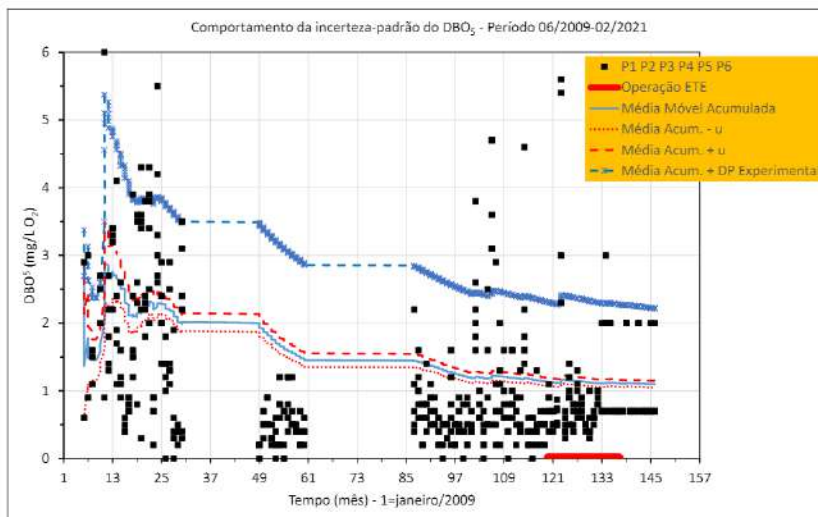


Figura A2.1 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL do DBO_5 no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

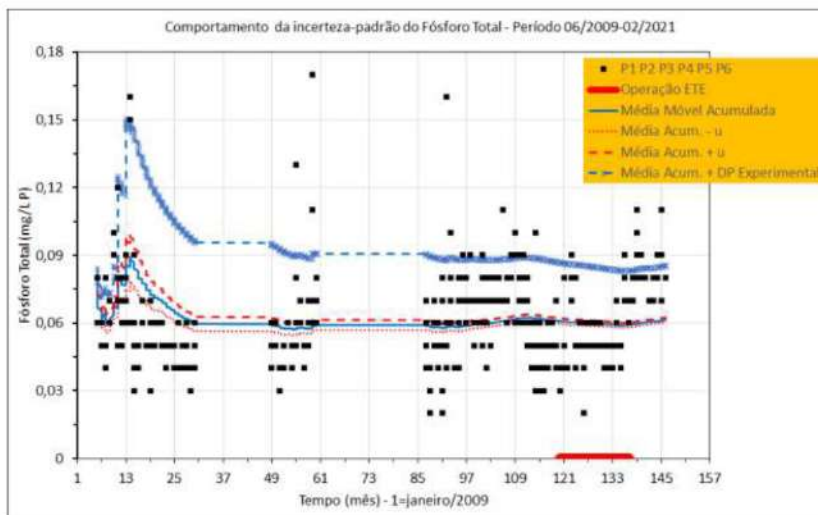


Figura A2.2 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL do **Fósforo Total** no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

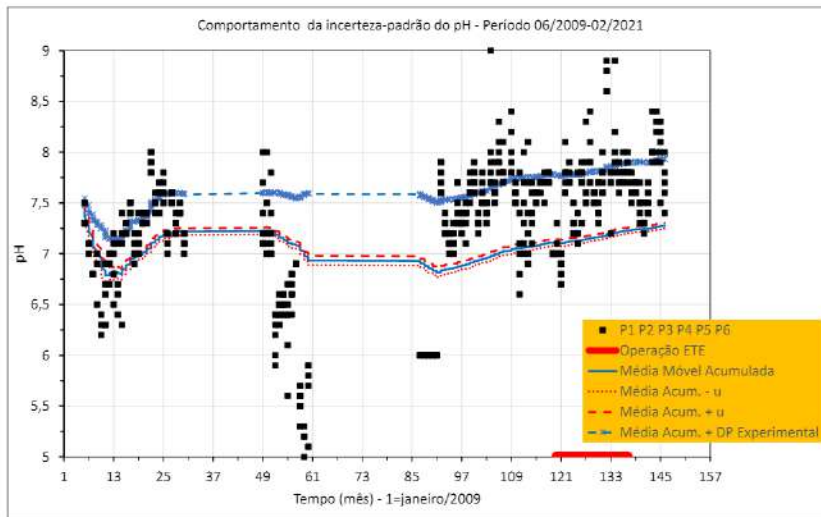


Figura A2.3 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL do pH no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

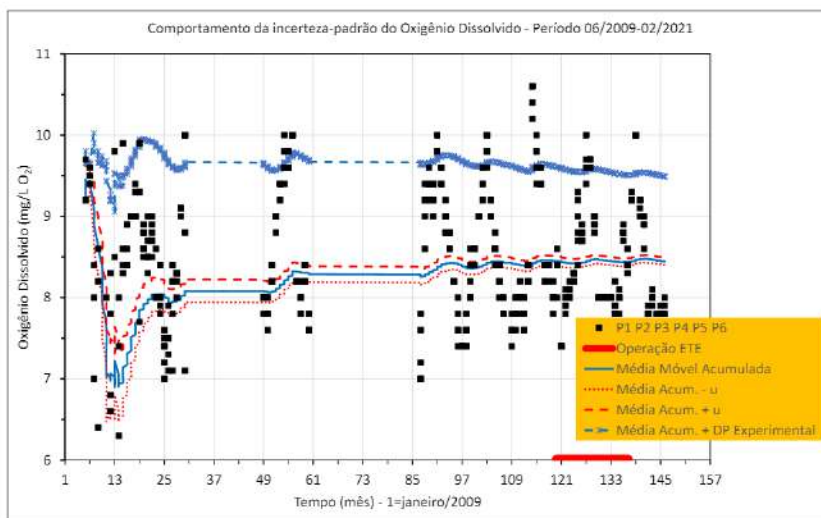


Figura A2.4 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL do **Oxigênio Dissolvido** no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

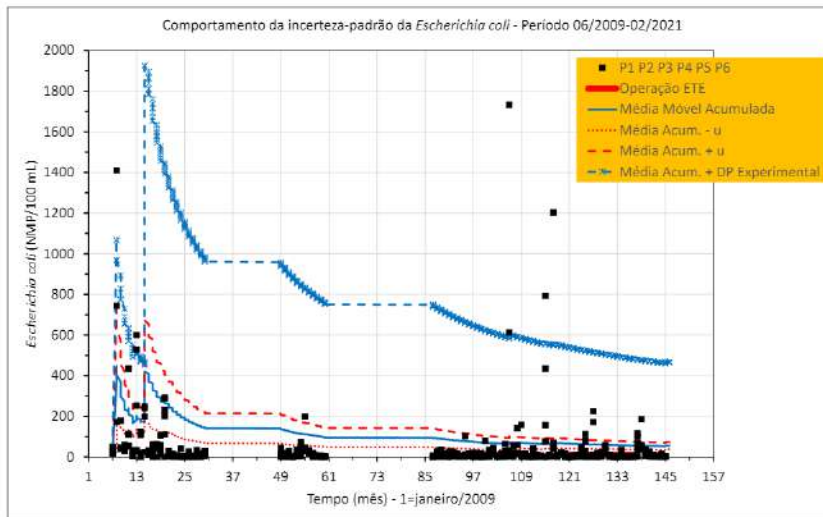


Figura A2.5 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL da *Escherichia coli* no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

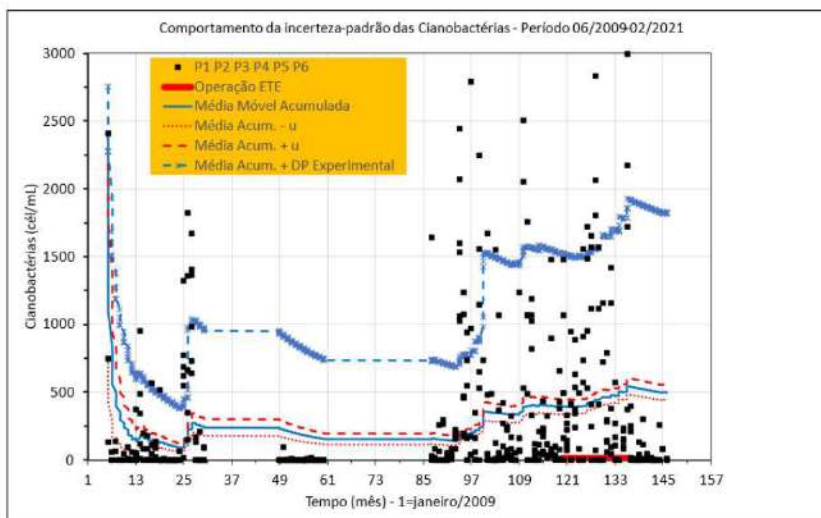


Figura A2.6 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL das *Cianobactérias* no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

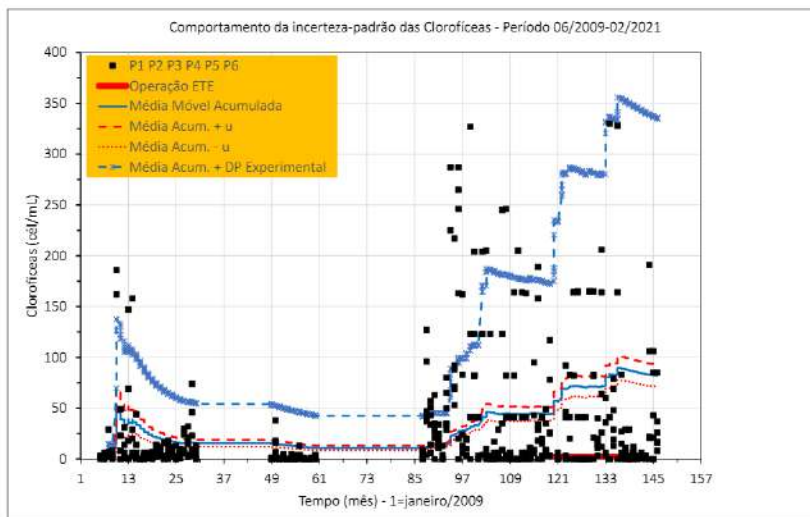


Figura A2.7 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL das **Clorofíceas** no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

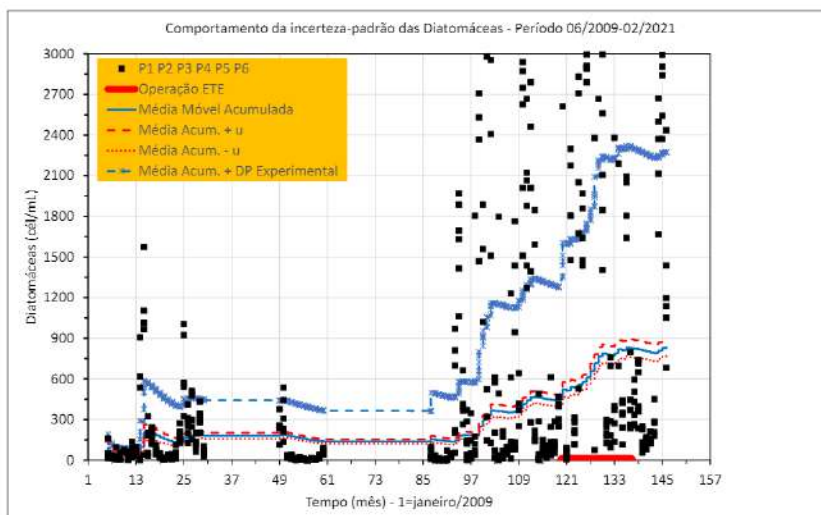


Figura A2.8 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL das **Diatomáceas** no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

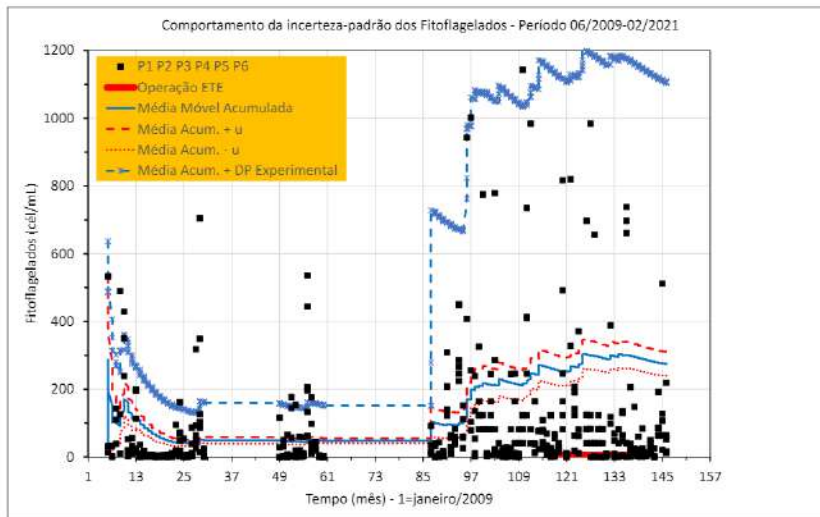


Figura A2.9 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL dos Fitoflagelados no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

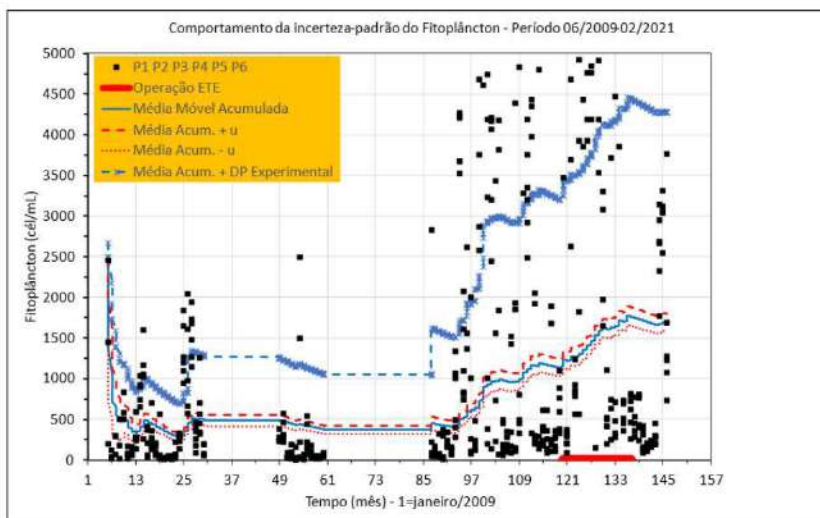


Figura A2.10 - Análise global da Lagoa - Comportamento da INCERTEZA PADRÃO, da MÉDIA MÓVEL ACUMULADA e do DESVIO PADRÃO EXPERIMENTAL do Fitoplâncton no período entre junho/2009 e fevereiro/2021.

ANEXO 3 - ARTs dos Profissionais Envolvidos neste Relatório
Técnico.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



ART Número
11562060

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratado	
Carteira: RS068957 Profissional: ANTONIO PEDRO VIERO E-mail: antonio.viero@ufrgs.br	
RNP: 2200017090 Título: Geólogo	
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:	

Contratante	
Nome: FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS E-mail: feceng@ufrgs.br	
Endereço: PRAÇA ARGENTINA 9 SALA 203 Telefone: 5133083923 CPF/CNPJ: 02475386000113	
Cidade: PORTO ALEGRE Bairro: CENTRO HISTÓRICO CEP: 90040020 UF: RS	

Identificação da Obra/Serviço	
Proprietário: CORSAN	
Endereço da Obra/Serviço: Rodovia RR 101 Lagoa dos Barros	CPF/CNPJ:
Cidade: OSÓRIO Bairro:	CEP: UF: RS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES	Vlr Contrato(R\$): 736.144,41 Honorários(R\$): 83.399,94
Data Início: 01/10/2021 Prev.Fim: 30/06/2023	Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Estudo	Impacto Ambiental - Disposição de Resíduos Urbanos	1,00	
Estudo	Meio Ambiente - Monitoramento Ambiental	1,00	
Estudo	Sensoriamento Remoto	1,00	

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/11/2021

Local e Data Porto Alegre 15/11/21	Declaro ser a verdadeira e fiel informação acima ANTONIO PEDRO VIERO Profissional	De acordo FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS Contratante
--	--	---

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
CREA-RS
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
11590239

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
 Convênio: NÃO É CONVÊNIO Motivo: NORMAL

Contratado
Carteira: RS206237 Profissional: TIAGO CARRARD CENTURIAO E-mail: centuriao.tiago@gmail.com
RNP: 2213520534 Título: Engenheiro Químico, Engenheiro de Segurança do Trabalho
Empresa: NENHUMA EMPRESA Nr.Reg.:

Contratante
Nome: FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS E-mail: feeng@ufrgs.br
Endereço: PRAÇA ARGENTINA 9 SALA 203 Telefone: 5133083923 CPF/CNPJ: 02475386000113
Cidade: PORTO ALEGRE Bairro: CENTRO HISTÓRICO CEP: 90040020 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço
Proprietário: CORSAN CPF/CNPJ:
Endereço da Obra/Serviço: Rodovia 101 LAGOA DOS BARROS CEP: UF: RS
Cidade: OSÓRIO Bairro: CEP: UF: RS
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES Vlr Contrato(RS): 736.144,31 Honorários(RS): 24.000,00
Data Início: 01/10/2021 Prev.Fim: 01/10/2022 Ent.Classe:

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Estudo	Meio Ambiente		
Estudo	Meio Ambiente - Impactos Ambientais		
Análise	Processamento de Dados		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/11/2021

Porto Alegre, 16/11/2021 Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima <i>[Assinatura]</i> TIAGO CARRARD CENTURIAO Profissional	De acordo <i>[Assinatura]</i> FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS Contratante
---	---	--

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



ART Número
11585726

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO	Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO	Motivo: NORMAL

Contratada

Carteira: RS066726	Profissional: CLOVIS GONZATTI	E-mail: gonzatti@ufrgs.br
RNP: 220117020	Título: Engenheiro de Minas	
Empresa: NENHUMA EMPRESA	Nr.Reg.:	

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS	E-mail: feeng@ufrgs.br
Endereço: PRAÇA ARGENTINA 9 SALA 203	Telefone: 5133083923
Cidade: PORTO ALEGRE	CPF/CNPJ: 02475386000113
Bairro: CENTRO HISTÓRICO	CEP: 90040020 UF: RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: CORSAN	CPF/CNPJ:
Endereço da Obra/Serviço: RODOVIA BR 101 - LAGOA DOS BARROS.	CEP: UF: RS
Cidade: OSÓRIO	Bairro:
Finalidade: OUTRAS FINALIDADES	Vlr Contrato(R\$): 736.144,31
Data Início: 01/10/2021	Honorários(R\$): 21.000,00
Prev.Fim: 01/10/2022	Ent.Classe: AGEM

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Estudo	Meio Ambiente - Monitoramento Ambiental		
Estudo	Impacto Ambiental - Disposição de Resíduos Urbanos		
Análise	Processamento de Dados		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 12/11/2021

Local e Data JA, 16/11/2021	Declaro serem verdadeiras as informações acima CLOVIS GONZATTI Profissional	De acordo Fundação Empresa Escola de Engenharia da UFRGS Contratante
--------------------------------	---	--

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul



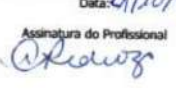
ART Número
11572652

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO		Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL	
Convênio: NÃO É CONVÊNIO		Motivo: NORMAL	
Contratado			
Carteira: RS038877	Profissional: ANDRÉ LUIZ LOPES DA SILVEIRA	E-mail: andre@iph.ufrgs.br	
RNP: 2209843600	Título: Engenheiro Civil		
Empresa: NENHUMA EMPRESA	Nr.Reg.:		
Contratante			
Nome: FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS		E-mail:	
Endereço: PRAÇA ARGENTINA 9 SALAS 202 E 203		Telefone: 5133083923	CPF/CNPJ: 02475386000113
Cidade: PORTO ALEGRE	Bairro: CENTRO HISTÓRICO	CEP: 90040020	UF: RS
Identificação da Obra/Serviço			
Proprietário: CORSAN		CPF/CNPJ:	
Endereço da Obra/Serviço: Rodovia BR 101 Lagoa dos Barros		CEP:	UF: RS
Cidade: OSÓRIO	Bairro:	Vlr Contrato(R\$): 30.000,00	Honorários(R\$):
Finalidade: AMBIENTAL		Ent.Class:	
Data Início: 01/09/2021	Prev.Fim: 31/08/2022		
Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Estudo	Bacias Hidráulicas e/ou Hidrográficas		
Estudo	Balanço Hídrico		
Estudo	Análise de Risco Ambiental		
Modelamento	Balanço Hídrico		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 05/11/2021

16/11/2021 Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima ANDRÉ LUIZ LOPES DA SILVEIRA Profissional	De acordo FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFRGS Contratante
----------------------------	--	--

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.

Serviço Público Federal			
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO			
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART			1-ART Nº: 2021/20224
CONTRATADO			
2.Nome: CATARINA DA SILVA PEDROZO		3.Registro no CRBio: 009471/03-D	
4.CPF: 346.286.730-04	5.E-mail: catarina.pedrozo@ufrgs.br		6.Tel: (51)32451260
7.End.: RUA MANAJÓ, 70 CASA 14		8.Compl.:	
9.Bairro: VILA ASSUNÇÃO	10.Cidade: PORTO ALEGRE	11.UF: RS	12.CEP: 91900-620
CONTRATANTE			
13.Nome: FUNDAÇÃO EMPRESA ESCOLA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL			
14.Registro Profissional:		15.CPF / CGC / CNPJ: 02.475.386/0001-13	
16.End.: PRACA ARGENTINA 09			
17.Compl.: SALA 203		18.Bairro: CENTRO HISTÓRICO	
19.Cidade: PORTO ALEGRE		20.UF: RS	
21.CEP: 90040-020		22.E-mail/Site:	
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
23.Natureza: 1. Prestação de serviço Atividade(s) Realizada(s): Realização de consultorias/assessorias técnicas;			
24.Identificação: ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS LIMNOLÓGICOS DA LAGOA DOS BARROS OBTIDOS PELA CORSAN EM PERÍODO DE ANTES, DURANTE E DEPOIS DA OPERAÇÃO DA ETE OSÓRIO.			
25.Município de Realização do Trabalho: OSÓRIO			26.UF: RS
27.Forma de participação: INDIVIDUAL		28.Perfil da equipe:	
29.Área do Conhecimento: Ecologia;		30.Campo de Atuação: Meio Ambiente	
31.Descrição sumária: ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS POR MEIO DE COLETAS REALIZADAS PELA CORSAN NA LAGOA DOS BARROS, MUNICÍPIOS DE OSÓRIO E SANTO ANTONIO DA PATRULHA, NOS PRIMEIROS MESES DE REALIZAÇÃO DO PROJETO.			
32.Valor: R\$ 4.500,00	33.Total de horas: 10	34.Início: OUT/2021	35.Término: DEZ/2021
36. ASSINATURAS		37. LOGO DO CRBio	
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 11/10/21		Data:	
Assinatura do Profissional 		Assinatura e Carimbo do Contratante 	
			
38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO		39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO	
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.			
Data: / /	Assinatura do Profissional	Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS
NÚMERO DE CONTROLE: 8952.8952.9266.9266

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br