

IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE PPGM/UEFS

Apoio: Agência das Bacias PCJ, COMITÊS PCJ

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA LAGOA GRANDE EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA

Melika Chicava Riley, Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), mel.rley93@gmail.com

Rosângela Leal Santos, Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), rosaleal@uefs.br

Thamires Oliveira do Bomfim, Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), thamireso-dobomfim@gmail.com

Diego Evangelho Barbosa de Carvalho, Departamento de Tecnologia (DTEC), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), diego.engenheiro.uefs@gmail.com

Taise Bomfim de Jesus, Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), tbjesus@uefs.br

Édico Oliveira Gomes, Programa de Pós Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), gomesedico@gmail.com

Resumo

Nas últimas quatro décadas, os ambientes urbanos cresceram rapidamente sem um bom planejamento de infraestrutura, a exemplo de saneamento básico que atenda a crescente demanda. Dentre os sistemas hídricos, os sistemas lagunares, por sua própria dinâmica, tendem a ser os mais suscetíveis às variações climáticas e ambientais, modificações hidrológicas e a influências antropogênicas. As lagoas feirenses são protegidas pelo Código Municipal do Meio Ambiente (Lei 1.612/92), que torna suas áreas de entorno como Áreas de Preservação dos Recursos Naturais. Este trabalho tem como objetivo, avaliar a qualidade das águas superficiais da maior lagoa de Feira de Santana, a Lagoa Grande, que durante muito tempo foi a responsável pelo abastecimento urbano. Para alcançar este objetivo, a metodologia empregada buscou realizar coletas em diferentes períodos do ano (secos e chuvosos) e e quantificar os parâmetros da qualidade de água (Temperatura, Turbidez, pH, Sólidos Totais, OD, DBO, Sulfatos e Fosfatos). À exceção dos sólidos totais, todos os parâmetros apresentaram valores acima dos limites estabelecidos nesta resolução, em pelo menos um dos períodos de coleta: pH- apenas no mês de dezembro, e nos pontos 5, 6 e 7; enquanto que OD, DBO, fosfato e coliformes termotolerantes apresentaram-se acima dos limites nos períodos observados.

Palavras-chave: Saneamento urbano; Qualidade de água; Lagoas; Análises químicas.

1. Introdução

As lagoas são ambientes sedimentológicos importantes. Destaca-se aqui que não existe uma terminologia específica para diferenciar lagos de lagoas, exceto, talvez, uma consideração empírica e não determinada que uma é maior e a outra é menor.

Quando um rio desemboca em uma lagoa, a área de sua seção transversal se torna mais ampla e, assim, a velocidade do fluxo da água corrente é menor, ou seja, um ambiente com menos energia. A tendência dos sólidos em suspensão em ambiente com pouca energia é se depositar. As partículas maiores e mais pesadas se depositarão muito mais rapidamente do que as partículas menores e menos densas. Como resultado, as lagoas funcionam como “armadilhas de sedimentos” para materiais e poluentes transportados nos rios.

Como consequência do processo natural e intensificado pelas atividades antrópicas, as lagoas acumulam e retêm poluentes, e, conseqüentemente, os sedimentos lacustres podem estar fortemente contaminados o que faz desses sedimentos excelentes fontes para estudos do desenvolvimento histórico da contaminação e seus efeitos no ecossistema.

As lagoas também são recursos de água doce de extrema importância, principalmente nas regiões semiáridas, além de fonte de alimento e recreação. Apesar de Feira de Santana possuir uma densa rede lacustre na área urbana três lagoas se destacam por seu tamanho, contextualização histórica e importância nas relações hídricas com a cidade: a Lagoa Grande, a Lagoa Salgada, e a Lagoa Subaé. A lagoa selecionada para ser o alvo de análise deste trabalho foi a Lagoa Grande que, até 1983, quando foi construída uma adutora que transportava água da represa de Pedra do Cavalo, era a principal fonte de abastecimento da cidade.

A urbanização ocorrida no município de Feira de Santana vem afetando negativamente os ambientes lacustres, refletindo na degradação da qualidade dos recursos hídricos locais. As ocupações urbanas, sobretudo de populações mais pobres, no entorno das lagoas caracterizam-se por não possuírem infraestrutura de saneamento básico adequada. Dessa forma, são necessários estudos que avaliem a qualidade da água das lagoas, principalmente quando essas estão no contexto urbano e desempenham um papel tão contundente na história e na vida da população de uma cidade.

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade da água da Lagoa Grande e sua adequação aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira (CONAMA 357/2005), além de identificar os principais fatores urbanos no entorno da lagoa, que influenciam na qualidade da água. Com isso busca-se entender quais as principais fontes de contaminação da Lagoa em estudo, se ocorreu ou não uma alteração significativa em alguma variável importante, quanto o saneamento público interfere e altera os valores esperados, se o valor de uma variável altera o valor da outra. Os sistemas de classificação das lagoas podem não fornecer respostas para tais questões, mas podem fornecer uma base concreta para tais análises e indicar o caminho para uma ou várias dessas perguntas.



2. Fundamentação teórica

De acordo com ALMEIDA (2000), a hidrologia da área de estudo é caracterizada pela existência de dois setores distintos. O primeiro está localizado sob a estrutura sedimentar subhorizontal do Tabuleiro, denominado localmente de Tabuleiro de Feira de Santana, com cerca de 40 lagoas e inúmeras nascentes, sendo um relevo subhorizontal, com declividade média de 0° a 5°. Nessa região de baixa variação altimétrica, tem-se a formação de interflúvios que separam as três bacias hidrográficas que ocorrem no local (Bacia do rio Jacuípe, Bacia do Rio Pojuca e Bacia do Rio Subaé). O segundo setor situa-se a oeste da cidade de Feira de Santana, sendo seu limite mais característico o anel de contorno. Nessa porção tem-se a remoção da quase totalidade das formações sedimentares, com afloramento do embasamento cristalino. O relevo torna-se bastante acidentado e o sistema de drenagem sendo intrinsecamente controlado pelas estruturas geológicas (OLIVEIRA et al., 2007).

Sobre o ponto de vista de nascentes, os cursos d'água que drenam a área de Feira de Santana são de três tipos: (1) aqueles que se originam nas margens da fronteira, com um grande número de nascentes e mais de cinquenta lagoas que servem de interflúvio pouco acidentados para as mais importantes bacias hidrográficas, que se originam nesta região: bacia do rio Jacuípe a oeste da cidade, a bacia do rio Pojuca a leste e a bacia do rio Subaé que nasce ao sul do centro da cidade (2) Os pontos de ressurgência das águas subterrâneas; e (3) aqueles que nasceram no embasamento cristalino nas colinas (ALMEIDA, 1992; ALMEIDA, 2000).

Os dois tipos de corpos de água que correm dentro da fronteira são fluxos (1) perenes ou água sazonal alimentada pela água da chuva e (2) ressurgências do lençol freático, com pequena inclinação e baixa potência erosiva. Os cursos de água que atravessam o subsolo cristalino são na sua maioria intermitentes, exceto aqueles criados na borda ocidental da placa, que são perenes. O último é alimentado durante a estação seca sobre lençol freático formada contra a corrente, enquanto seus afluentes de primeira e segunda ordem estão sujeitas a chuvas (ALMEIDA, 2000).

A densidade de drenagem observada no embasamento cristalino é dividida em dois setores: a parte norte (onde a densidade é muito alta) e a parte sul (onde é relativamente baixa densidade). Essas diferenças provêm da densa rede de fraturas e falhas que dão ao setor norte maior permeabilidade, ao contrário do que é observado no setor sul (ALMEIDA, 2000).

A bacia hidrográfica é uma área de terra que drena a água da chuva ou neve em um local, como um córrego, lago, ou área pantanosa (THE NATURE CONSERVANCY, 2012). De acordo com TONG e CHEN (2002), a hidrologia das bacias hidrográficas é dependente de muitos fatores, incluindo o uso do solo, clima e condições do solo.

Muitos processos naturais e atividades humanas afetam as interações das águas subterrâneas e das águas superficiais, levando à degradação como consequência indireta dessas atividades (DELPLA et al., 2009; WINTER et al., 1998). A água de superfície, em particular, é o primeiro ponto de contato em que numerosas atividades são desenvolvidas, ocasionando a degradação através de escoamento e transporte. A maior preocupação é como implementar um



sistema de gestão integrada das bacias hidrográficas, conforme especificado na Lei de Águas do Brasil (9433/97), a fim de alcançar o uso sustentável dos rios e lagos para as gerações presentes e futuras (MARGULIS, 2002).

Os quadros institucionais e legais, novos e aperfeiçoados são necessários para proteger e conservar a qualidade da água desde o nível internacional até o nível de bacia hidrográfica e da comunidade (UNEP, 2010). As avaliações da qualidade da água e as comparações com as normas de classificação legais são cruciais para identificar os locais críticos e fornecer subsídios para a tomada de decisão, facilitando assim, a seleção de prioridades na adoção de medidas corretivas (SOUZA e TUNDISI, 2003). Assim, diversos pesquisadores vêm estudando ambientes de lagoas com vistas à qualidade da água (MIYITTAH, 2020; DROSE, et al, 2020; SILVA, FERREIRA & MATOS, 2021; SANTOS et al., 2021).

No Brasil, o órgão governamental que define normas e critérios relativos ao controle e à manutenção da qualidade ambiental, com uma perspectiva sobre o uso adequado dos recursos ambientais, especialmente da água, é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo presidido pelo Ministro do Meio Ambiente (SANTOS et al., 2014). Para caracterizar a qualidade da água, o CONAMA estabeleceu em 1986, níveis de parâmetros de qualidade da água, que pela Resolução 357/05, foram reavaliados e substituídos quase 20 anos depois. Em seguida, a partir de 2011, a legislação foi atualizada pela Resolução CONAMA, com a Lei nº 430/2011. A resolução procura representar de forma padronizada, os parâmetros biológicos, físicos e químicos que implicariam condições impróprias para certos usos, quando atingissem valores superiores ou inferiores ao pré-definido para esses parâmetros.

3. Metodologia

3.1 Área de Estudo

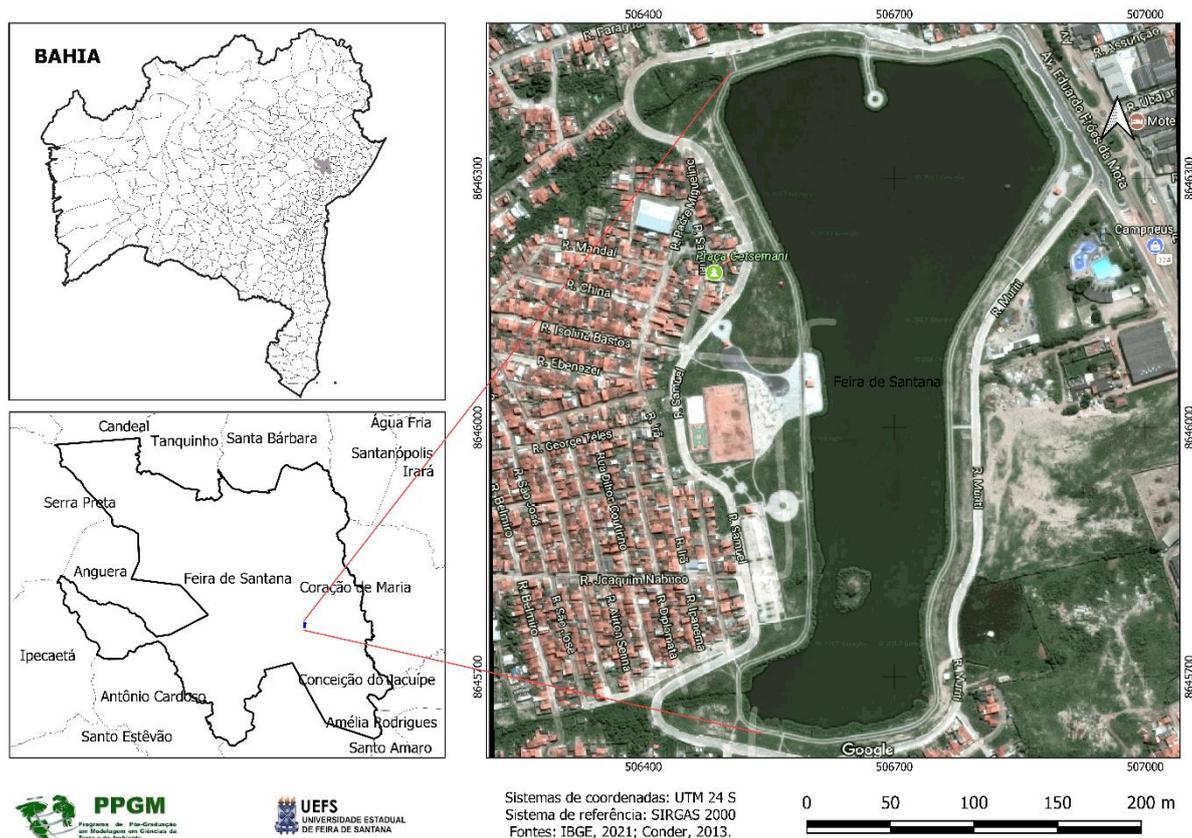
A Lagoa Grande está localizada na parte leste de Feira de Santana no bairro Lagoa Grande (Figura 01). Dos seus 94.7 ha de área de proteção, 65% foram ocupados pela construção de casas e desenvolvimento ruas. Essa Lagoa é a principais nascente da Bacia do Rio Pojuca na região (NETO et al., 2016).

Feira de Santana é a segunda maior cidade do estado da Bahia (Figura 2), com. A cidade tem uma área de aproximadamente 1.350 km², limitada pelos seguintes municípios: Antonio Cardoso, São Gonçalo, Amélia Rodrigues, Coração de Maria, Irará, Candeal, Santa Bárbara, Tanquinho, Anguera e Ipecaetá (LIMA, 2009).

Com uma população estimada de 617.528 habitantes (IBGE-2015), a cidade de Feira de Santana é a segunda maior cidade do estado da Bahia. Desde 1970 há um aumento no total da população urbana e concomitantemente uma diminuição no grupo de população vivendo na zona rural, mostrando que a implementação do CIS e da UEFS foram fatores de atração para a cidade.



Figura 01: Mapa de localização da Lagoa Grande, Feira de Santana, Bahia



Em Feira de Santana, a população urbana obteve a maior taxa de crescimento no período entre 1960 e 1970, onde este percentual alcançou 21% em apenas uma década. Nas décadas de 1980 a 2000, essa taxa de crescimento decenal se estabilizou em torno de 5%, sendo que de 2000 para 2010 essa taxa não chegou a 2% (Tabela 01).

De acordo com Köppen e Greiger, o clima para a cidade de Feira de Santana é classificado como Aw, ou seja, um clima tropical com dois períodos bem marcados durante o ano. O período chuvoso é de Outono/Inverno (Maio, Junho e Julho) e o período seco é a Primavera/Verão (Dezembro, Janeiro, Fevereiro). A precipitação anual pode atingir cerca de 888 mm (Clima: Feira de Santana, 2016; ANJOS e BASTOS, 1968).

As diversas lagoas existentes nos arredores da cidade apresentam grande volume d'água na época de chuvas, mas que diminui durante a estiagem. Esta água é grandemente consumida pela evapotranspiração, mas grande parte pode se infiltrar. Isso contribui para realimentar as reservas de água subterrânea, podendo, entretanto, ocorrer o inverso: as lagoas sendo alimentadas pelas águas subterrânea (ANJOS e BASTOS, 1968).

Tabela 01: Evolução da população total para situações urbanas e rurais

Censo	População Total	População Urbano	(%)	População Rural	(%)
1940	83,268	19,660	23,61	63,608	76,39
1950	107,205	34,277	31,97	72,928	68,03
1960	141,757	69,884	49,3	71,873	50,7
1970	190,076	134,263	70,64	55,813	29,36
1980	291,504	233,905	80,24	57,599	19,76
1991	405,848	348,973	85,99	56,875	14,01
2000	480,949	431,730	89,77	49,219	10,23
2010	556,642	510,622	91,73	46,020	8,27

Fonte: IBGE (2022)

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Amostragem e procedimentos analíticos

Foram realizadas campanhas de coleta de água, nos meses de Outubro e Dezembro de 2016 e Junho de 2017 adotando os procedimentos metodológicos propostos pela APHA (2005) para coletas de água em corpos hídricos. Foram definidos 7 pontos de amostragem, os quais encontram-se descritos na Tabela 02.

Tabela 02: Coordenadas dos pontos de coleta

PONTOS	LONGITUDE	LATITUDE
1	506808	8646152
2	506777	8645752
3	506564	8645694
4	506633	8645959
5	506535	8646400
6	506780	8646487
7	506892	8646466

A coleta e medições “in situ” de alguns dos parâmetros físico-químicos foram feitos a 30 cm da superfície da água. Os parâmetros analisados in situ foram pH, condutividade elétrica (CE), turbidez, temperatura e oxigênio dissolvido (OD).

As amostras de água foram coletadas em triplicata. No que diz respeito à preservação e transporte, cada amostra foi acondicionada em caixa de isopor e levada para o laboratório de saneamento da Universidade Estadual de Feira de Santana (Labotec/UEFS). Os parâmetros medidos no laboratório foram: fosfato total, sulfato, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais, e coliformes termotolerantes e coliformes totais.

3.2.2 Tratamento estatístico

Foi realizada uma análise do coeficiente de correlação de Pearson. Os níveis ou graus de correlação podem ser escalonados em intensidade.

- 0,9 para mais ou para menos indica uma correlação muito forte.
- 0,7 a 0,9 positivo ou negativo indica uma correlação forte.
- 0,5 a 0,7 positivo ou negativo indica uma correlação moderada.
- 0,3 a 0,5 positivo ou negativo indica uma correlação fraca.
- 0 a 0,3 positivo ou negativo indica uma correlação desprezível.

4. Resultados

Como pode ser observado na Tabela 03, os valores destacados em vermelho encontram-se fora dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05. Observa-se que, à exceção dos sólidos totais, todos os parâmetros apresentaram valores acima dos limites estabelecidos nesta resolução, em pelo menos um dos períodos de coleta: pH- apenas no mês de dezembro, e nos pontos 5, 6 e 7; enquanto que OD, DBO, fosfato e coliformes termotolerantes apresentaram-se acima dos limites em todos os períodos observados.

Como esperado, a menor temperatura da água, na Lagoa Grande, foi registrada na coleta de junho/2017, nos pontos P1 e P7 (24 °C), correspondente ao período do inverno. Já a maior temperatura foi registrada na coleta de dezembro/2016 (31,3 °C) no ponto de coleta P7, correspondente ao período do verão. Essa diferença expressa uma amplitude térmica de 7,3°C. Cabe salientar que possivelmente essa diferença seja maior, posto o mês mais frio ser julho e o mês mais quente janeiro, onde a temperatura do ar pode alcançar, em média, uma amplitude térmica de até 20°C (Estação Climatológica da UEFS, 2017).



Tabela 03: Descrição dos resultados de qualidade da água

PARÂMETROS	MÊS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	CONAMA 357/05
Temperatura (°C)	Oct-16	29	28.9	30.6	31.2	28.8	28.2	27.4	Não Aplicável
	Dec-16	29.8	28.8	30	30.3	30.2	28.2	31.3	
	Jun-17	24	24.8	-	-	-	24.4	24	
OD (mg/L O ₂)	Oct-16	-	3.31	4.23	-	9	8.9	8.2	> 4
	Dec-16	4.43	4.17	3.81	3.35	3.81	2.57	2.68	
	Jun-17	1.42	2.02	-	-	-	2.01	0	
CE (µS/cm)	Oct-16	-	735.2	749.4	741.9	853	811.2	810.5	Não Aplicável
	Dec-16	200	70	70	50	822.8	837.3	830.5	
	Jun-17	754.2	724.945	-	-	-	754.5	703.745	
pH	Oct-16	6.67	6.53	7.49	8.32	8.24	8.41	8.55	6.0 a 9.0
	Dec-16	8.9	8.67	8.3	9	9.16	9.19	9.24	
	Jun-17	6.8	6.8	-	-	-	6.78	6.84	
Turbidez (UNT)	Oct-16	359	-	-	288	151	142.8	170	< 100
	Dec-16	147.8	188	123.5	142.8	131.8	101.8	135.9	
	Jun-17	40.6	39	-	-	-	38.8	38	
DBO (mg/L O ₂)	Oct-16	85	140	85	85	65	40	85	<10
	Dec-16	130	150	160	145	150	140	130	
	Jun-17	65	70	-	-	-	70		
Fosfato (mg/LPO ₄)	Oct-16	0.08	0.44	0.2	0.16	0.48	0.04	0.12	< 0.15
	Dec-16	0.1	0.35	0.4	0.36	0.2	0.15	0.05	
	Jun-17	0.59	0.52	-	-	-	0.61	0.66	
Sólidos Totais(mg/L)	Oct-16	-	388.8	392.9	392.2	449.8	428.1	428.2	< 500

IV SUSTENTARE & VII WIPIS
WORKSHOP INTERNACIONAL
Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

Realização: SUSTENTARE PUG-GRANBAS, WIPIS PCJ-UB

Apoio: Agência das Bacias PCJ, COMITÊS PCJ

PARÂMETROS	MÊS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	CONAMA 357/05
	Dec-16	382.4	0	0	0	433.3	442	439.4	
	Jun-17	398.5	377.8	-	-	-	404.7	398.6	
Sulfato (mg/L SO₄)	Oct-16	45.2	52	56.9	55	33.9	35.8	29	< 250
	Dec-16	50.85	66.65	51.6	87.4	47.85	60.25	44.8	
C.T NMP.100mL	Jun-17	40.33	37.34	-	-	-	39.25	36.41	Não Aplicável
	Oct-16	400000	2300000	230000	40000	22000000	17000000	80000	
Dec-16	240000	≥ 1600000	≥ 1600000	≥ 1600000	≥ 1600000	≥ 1600000	500000	170000	
C.F NMP.100mL	Jun-17	≥ 1600000	≥ 1600000	-	-	-	≥ 1600000	≥ 1600000	<2500
	Oct-16	400	200000	20000	2	1100000	400000	200	
	Dec-16	400	80000	900000	17000	400	30000	200	
	Jun-17	≥ 1600000	≥ 1600000	-	-	-	≥ 1600000	≥ 1600000	

As concentrações de oxigênio dissolvido, se mostraram acima do valor estabelecido na legislação vigente, a exceção dos pontos: P5, P6 e P7 (9, 8,9 e 8,2 mg/L O₂), durante a primeira coleta. O menor valor registrado para esse parâmetro foi de 1,32 mg/L O₂ no P1, durante o mês de junho/2017. Este valor é aproximadamente 4 vezes maior que o valor estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005. Durante a segunda coleta (Dezembro/2016), na qual foi possível quantificar os valores de OD em todos os pontos, observa-se um decréscimo gradual nos valores de OD dos pontos de coleta P1, até o P7.

Em outubro, os valores de OD em P2 e P3 foram inferiores a 5 mg/L O₂ com valores de 3,31 e 4,23 mg/L O₂. O ponto P4 apresentou um maior nível com um valor correspondente a 15,2 mg/L O₂. Este valor considerado muito elevado, foi atribuído a falha mecânica do dispositivo de medição. Em dezembro, todas as amostras da coleta apresentaram valores abaixo dos 5 mg/L O₂, com o menor valor sendo 2,57 mg/L O₂ no P6. O valor médio da coleta foi de 3,5 mg/L O₂. Na terceira coleta houve um ponto em que o OD ficou acima do valor aceitável, no P7 com 26,26 mg/l O₂. P1, P2 e P6 apresentaram níveis baixos com 1,42 e 2,02 2,01 mg/L O₂, respectivamente.

Apesar da CE ser um parâmetro químico ausente na resolução CONAMA 357/2005, todos os valores mensurados estavam dentro de uma faixa entre 700-800 μ S/cm, ou seja, a condução iônica entre os diferentes pontos de coleta analisados na Lagoa Grande foi semelhante. Entretanto, na segunda coleta (Dezembro/2016), observou-se valores extremamente baixos nos pontos P1, P2, P3 e P4, com 200, 70, 70e 50 μ S/cm, respectivamente. Na primeira, segunda e terceira coletas (Outubro/2016; Dezembro/2016; Junho/2017), o valor mais alto de condutividade elétrica foi de 853 μ S/cm em P5; 837,3 μ S/cm em P6; e 754,5 μ S/cm em P6, respectivamente. É interessante notar que os valores de CE de P1 e P6 apresentaram valores semelhantes de 754 μ S/cm.

Os valores de pH nos três períodos de coletas estavam todos dentro do padrão CONAMA (357/2005), ou seja, variando de 6.0 a 9.0. No entanto, na segunda coleta (Dezembro/2016) os três últimos pontos, P5, P6 e P7 foram ligeiramente acima do aceitável, com valores de 9.16, 9.19 e 9,24, respectivamente. A primeira coleta (Outubro/2016) apresentou uma grande variação em redor da média de 7.74, com um valor de pH baixo de 6.53 em P2 e um valor de pH elevado de 8,55 em P7. Ainda na primeira coleta, esta mostrou-se consistente, com todos os valores de pH em torno de 6,8, mostrando uma diferença de 0,02 a 0,04 a partir da média entre o maior e menor valor, 6,78 e 6,84. Na segunda coleta, o valor do pH mostrou níveis elevados entre 8 e 9. Em P3 na segunda coleta mostrou o valor mais baixo de pH, correspondente a 8,3.

Observou-se uma maior variação entre os valores de pH, durante o mês de outubro/2016(média de 7.74), onde o valor de pH mais baixo foi de 6.53 (P2) e o mais elevado foi de 8.55 (P7).

Todos os valores de turbidez da primeira e segunda coleta (Outubro e Dezembro/2016) ultrapassaram o padrão CONAMA (< 100 UNT). Já na terceira coleta, em Junho/2017, todos



os valores ficaram abaixo do limite estabelecido pela legislação, e a média foi de aproximadamente 60 UNT. O menor valor da terceira coleção foi 38 UNT em P7, enquanto o valor mais alto foi de 40,6 UNT em P1. Na primeira coleta, o valor mais alto apresentou 359 UNT em P1 e o valor mais baixo foi de 142,8 UNT em P6. Na coleta em dezembro, o valor mais baixo foi 101,8 UNT e o valor mais elevado apresentou um valor de 188 UNT respectivamente nos pontos P6 e P2.

Todos os valores de DBO, em todos os meses de coleta, ultrapassaram os valores estabelecidos pela resolução CONAMA, com valores acima de 5mg/LO₂. No primeiro mês de coleta (outubro/2016), o menor valor registrado foi de 40 mg/L em P6, e o maior valor foi de 140 mg/L em P2. Na segunda coleta (Dezembro/2016), o valor aumentou em relação à primeira em, pelo menos 60 mg/L O₂. Os pontos P2 e P5 apresentaram o mesmo valor de 150 mg/L O₂ no entanto, o P3 teve o maior valor de 160 mg/L O₂ e P1 e P7 tiveram o menor valor, de 130 mg/L O₂. Na última coleta (junho/2017) observou-se os menores valores de DBO, porém os resultados ainda indicam que os valores estão acima dos padrões: tanto P2 quanto P6 tiveram o mesmo valor elevado de 70 mg/L O₂, P1 apresentou um valor de 65 mg/L O₂, enquanto P7 teve resultados insignificantes.

A exceção dos pontos, P1 e P6 na primeira coleta, e o P1 e P7 na segunda coleta, todos os demais ultrapassaram os valores estabelecidos pela resolução CONAMA, nas três coletas (Outubro, Dezembro/2016 e Junho/2017). No ponto de coleta, P1, a primeira e a segunda coleta, apresentaram os seguintes valores: 0,08 e 0,1 mg/L PO₄, respectivamente. Porém na última coleta os valores superaram em mais de cinco vezes o valor estabelecido pela legislação (<0,1 mg/L PO₄). Na primeira coleção o valor mais alto foi observado no ponto de coleta P5 (0,48 mg/L PO₄). Na segunda coleta o P3 foi destaque, em relação a concentração de fosfato, alcançando valores 4 vezes maiores (0,4 mg/L PO₄) que o limite do CONAMA. A última coleta (Junho/2017) foi destaque com os mais altos valores de fosfato, nos quatro pontos de coleta em que foi possível realizar a quantificação do fosfato (P1, P2, P6 e P7).

O valor de sólidos totais, como dito anteriormente, foi um dos únicos parâmetros legislados, que não excederam os valores estabelecidos na resolução CONAMA. Os valores oscilaram de 377,8, no P2, durante a terceira coleta (Junho/2017), a 449,8 no P5, durante a primeira coleta (Outubro/2016).

Na primeira coleta, os pontos P3, P4, P5, P6 e P7 apresentaram valores acima de 240 mg/L do limite de 500 mg/L, com valores de 741,9; 853; 811,2 e 810,5 mg/L, respectivamente. O ponto P1 teve o menor valor de 388,8 mg/L. Na segunda coleta, P2, P3 e P4 apresentaram valores extremamente baixos de 0,05, 0,03 e 0,05 mg/L, respectivamente. O ponto P6 na segunda coleta apresentou o valor de 442 mg/L. Os pontos P1 e P7 apresentaram valores semelhantes de 399 mg/L.

Assim como os STD, o sulfato se apresentou abaixo do limite da resolução CONAMA, em todos os pontos de coleta e durante todos os períodos de coleta. O menor valor de STD foi

observado no P7 (29 mg/L SO₄), durante a primeira coleta. Já o valor mais elevado foi observado durante a segunda coleta (dezembro/2016), no P4 (87.4 mg/L SO₄). A média de sulfato foi maior na segunda coleta, com um valor de 58,5 mg/L SO₄. O valor máximo obtido na primeira coleta foi de 56,9 mg/L SO₄ no P3, sendo que o menor valor foi encontrado no P7 (29 mg/L SO₄). A terceira coleta teve os resultados mais baixos de todos os conjuntos de coletas, com o menor valor de sulfato de 36,41 mg/l SO₄ e o maior valor de 40,33 mg/L SO₄.

Tabela 04: Matriz de correlação com os parâmetros físico-químicos coletados na Lagoa Grande.

Parâmetros	Temperatura	OD	CE	pH	Turbidez	DBO	Fosfato	Sólidos Totais	Sulfato
Temperatura (°C)	1								
OD (mg/L O ₂)	0.30	1							
CE (µS)	0.45	0.37	1						
pH	0.97	0.31	0.46	1					
Turbidez (UNT)	0.53	0.16	-0.08	0.52	1				
DBO (mg/L O ₂)	0.79	0.16	0.11	0.80	0.36	1			
Fosfato (mg/L PO ₄)	0.35	0.34	0.32	0.31	-0.21	0.31	1		
Sólidos Totais (mg/L)	0.52	0.40	0.92	0.54	-0.05	0.19	0.27	1	
Sulfato (mg/L SO ₄)	0.85	0.14	0.14	0.83	0.42	0.85	0.33	0.18	1

Na Tabela 04, considera-se que as variações são significantes se $p < 0.05$, $p < 0.01$, e não-significantes se $p > 0.05$. A significância é considerada nos níveis de 0,01 e 0,05 (limites das análises).

De maneira geral podemos observar que, na maioria dos casos, os elementos da tabela possuem uma correlação fraca (< 5), indicando o nível de independência do comportamento das variáveis analisadas. Neste trabalho, avaliaram-se apenas as correlações fortes (> 7). Dessas variáveis, a que apresentou correlação com um maior número de variáveis foi a Temperatura.

De acordo com PATIL et al (2012) temperatura controla a taxa de velocidade de todas as reações químicas, afetando a imunidade, reprodução e crescimento de fauna e da flora. Quando a temperatura aumenta, a água acelera as reações químicas, reduz a solubilidade dos gases, amplifica o sabor e odor e eleva a atividade metabólica dos organismos. No entanto, como mostrado no teste de correlação de Pearson, a correlação da temperatura com outros parâmetros foi de fraca a moderada com a maioria dos parâmetros estudados (condutividade elétrica, OD, turbidez, Fosfatos, e sólidos totais) exceto com DBO, pH e Sulfatos que mostrou uma correlação positiva forte. A maior correlação da temperatura foi com o pH, onde este é quase igual a 1 (0,97). Em seguida com os Sulfatos (0,85) e o menor deles com o DBO (0,79). Isso pode ser facilmente explicado pela aceleração que as reações químicas sofrem pela ação da temperatura, onde o aquecimento da água aumenta a liberação de H⁺, embora o contrário também possa acontecer, afetando diretamente no comportamento do pH. Ação semelhante acontece com os fosfatos, onde a temperatura condiciona os ciclos biogeoquímicos, definindo a solubilidade dos

nutrientes e assim também, a sua concentração. Era esperado que a correlação entre o pH e os fosfatos fossem elevados, desde que um aumento da temperatura está associado com o aumento das vibrações moleculares, e que, mediante o aumento da temperatura observável, o $[H^+]$ também aumenta devido a uma diminuição da tendência de formar ligações de hidrogênio, conduzindo assim a uma redução de pH, ou seja, criando um ambiente ácido. As altas temperaturas são favoráveis à liberação de fosfato, no entanto, a taxa de liberação de P diminui à medida que o pH aumenta de 2 a 6, e P aumenta de 8 a 12, (JIN et al, 2006; LI et al, 2013). Entretanto, as amostras não refletem essas características, daí a baixa correlação entre pH e os fosfatos e os fosfatos e a temperatura não serem esperadas.

Como tanto o pH como os fosfatos apresentarem uma baixa variação ao longo das coletas, sua correlação apresentou-se fraca (0,31), embora positiva. O mesmo processo aconteceria com o DBO, tanto ligado a Temperatura, como ao pH, pois a dissolução do Oxigênio e a liberação de H^+ estariam ligados à Temperatura e os dois entre si. Cabe destacar que se esperava que o DBO tivesse uma maior correlação com a temperatura e com o pH, o qual, apesar de aqui apresentar uma correlação forte, esperava-se que fosse semelhante ao do pH com a Temperatura.

Durante a última coleta, quando as temperaturas estavam mais baixas (Junho/2017), o valor do oxigênio dissolvido ainda era baixo, o que não refletiam a verdadeira relação entre a temperatura e o oxigênio dissolvido, embora o P7 tenha se comportado como um outlier extremo, com o valor de 26,26 mg/L O_2 , fugindo completamente da média em torno de 1,36mg/L O_2 . Isto pode ter ocorrido devido a um erro de leitura do aparelho de medição e, como resultado, não refletiu o real valor desse ponto de coleta. Esse fato pode ser explicado pela alta taxa fotossintética da lagoa, associada a uma maior intensidade de luz na sua camada superior (WHEELER et al., 2003).

De todas as correlações apresentadas, a relação entre os sólidos totais e a condutividade elétrica foi a segunda mais elevada (0,92). São considerados sólidos totais dissolvidos na água, aqueles que possuem um diâmetro menor que 1,2 μm (SAMPAIO, 2007). A condutividade elétrica em soluções aquosas é definida como a capacidade de conduzir eletricidade devido à presença de íons. A condutividade elétrica tem se mostrado um excelente parâmetro para a análise da qualidade da água, especialmente na sua concentração mineral, apresentando a medida que ocorre a lixiviação de sólidos totais dissolvidos para os leitos fluviais (GOMES et al, 2011). Existe uma correlação estatística entre a condutividade da água e a concentração de diversos elementos e íons (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). De acordo com ESTEVES (2011), nas regiões tropicais a condutividade está relacionada com as características geoquímicas da região e condições climáticas (periodicidade de precipitações). Altas cargas orgânicas influem diretamente nos níveis de condutividade e de sólidos dissolvidos apresentando estes parâmetros uma tendência de relacionar-se inversamente com os graus de estabilização da matéria orgânica. O uso de cargas orgânicas elevadas e tempos de detenção reduzidos causam a elevação dos valores médios tanto de condutividade como de sólidos totais dissolvidos. Existem relações lineares significativas entre condutividade e sólidos totais dissolvidos



para amostras de esgoto bruto e de efluentes de lagoas de estabilização (PIRITOBA et al, 2017), o que deve estar acontecendo na Lagoa Grande.

A Lagoa Grande tem passado por uma série de mudanças urbanas desde 2015. Mais de 90% do entorno da lagoa foi reconstruída, como mostrado na Figura 53, que inclui a construção de uma via de contorno pavimentada, limpeza com dragagem da lagoa, macrodrenagem e vertedouro. Obras complementares na lagoa, que também incluíram infraestrutura, contemplam pavimentação nas áreas de convivência, esgotamento sanitário para sete mil famílias que moram no seu entorno, drenagem e pavimentação em ruas adjacentes e urbanização com equipamentos de lazer, iluminação pública e paisagismo (SECOM, 2016).

Vale a pena destacar que cinco, dos sete pontos coletados (P2, P3, P5, P6 e P7), estão localizados nas proximidades da saída de encanamentos de esgotamento sanitário. Como mencionado anteriormente na pesquisa (MACHADO, 2010), a Lagoa Grande sofreu um processo elevado de eutrofização e foi extremamente contaminada por esgoto, no que contribuiu também, para a contaminação do lençol subterrâneo. A água de escoamento contrai poluentes de forma difusa ou pontuais, dos quais são nutrientes, bactérias, pesticidas, metais e subprodutos industriais. Os parâmetros que estão mais relacionados com a ação humana sobre os corpos d'água são: turbidez, fosfato, sólidos totais e sulfato. Os nossos resultados apontam que, com exceção do sulfato, os demais parâmetros excederam os valores estabelecidos na resolução CONAMA.

Apesar de P1 e P4 não serem considerados como pontos poluídos, os valores dos parâmetros observados no P4 demonstram grande influência antropogênicas durante as coletas em dezembro, período de baixa pluviosidade.

Como mencionado acima, a reconstrução em torno da Lagoa Grande aumentou a atividade de escoamento para a lagoa. No momento da coleta havia construções em andamento em torno desta área e no ponto P4, incluindo espuma em torno das bordas de um canal de escoamento para dentro da lagoa. Como consequência, este ponto apresentou resultados mais elevados quanto à turbidez, fosfato e sulfato, mesmo que o valor atingido não tenha superado a resolução CONAMA.

5. Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo apresentaram uma maioria dos parâmetros químicos de fornecerem em desacordo com o padrão de qualidade de água da legislação vigente, tais como uma concentração de demanda bioquímica oxigênio sai pontos da Lagoa Salgada e Lagoa Grande. A Lagoa Grande, que está em fase de urbanização por reabilitação, ainda absorve o esgoto de indústrias, como mostrou os resultados de fosfato. Os limites dos parâmetros físico-químicos usados para caracterizar a lagoa estudada (Classe 2) foram superados, dando a noção de que a qualidade da água da Lagoa Grande está compatível com a classe 3 da legislação. O uso da água de classe 3 deve ser destinado para recreação de caráter secundário, ou seja, sem



contato direto. É necessária a realização de mais estudos na área e a implementação de medidas de mitigação dos impactos sofridos.

6. Referências bibliográficas

ALMEIDA, J. A. P. Aplicação da Metodologia Sistêmica ao Estudo do sitio urbano de Feira de Santana-BA. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.22, p.9-26, 2000.

ALMEIDA, J. A. P. Estudo Morfodinâmico do Sítio Urbano de Feira de Santana –BA. **Dissertação de Mestrado**. Salvador: UFBA, 1992. 184p

ANJOS, N. da F. R. dos; BASTOS, C. A. de M. Estudo das Possibilidades Hidrogeológicas de Feira de Santana – Bahia. Ministerio de Interior Superintendencia do Desenvolvimento do Nordeste. Departamento de Recursos Naturais Divisão de Hidrogeologia. **Seria Hidrogeologia**, n. 20. Recife. 1968.

APHA – AWWA- WPCF. Standart methods for the examination of water and wastewater. 19th edition. Wasghington D.C. **American Public Health Association**.1995.953p.

BRASIL. Resolução N° 357. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Política Nacional dos Recursos Hídricos. DOU: 18/03/2005, p. 58-63

DROSE, Andressa; VALENTINI, Marlon Heitor Kunst; DUARTE, Victória Huch; SANTOS, Gabriel Borges dos; NADALETI, Willian César; VIEIRA, Bruno. Utilização de Métodos Estatísticos Multivariados no Monitoramento de Qualidade da Água da Lagoa Mirim. **Open Journal Systems: Meio Ambiente (Brasil), Brasil**, n. 42, p. 1-10, 18 ago. 2020.

ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA. **Banco de Dados Meteorológicos 2017** . Feira de Santana: UEFS / DTEC / INMET, 2017.

ESTEVES, F. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 601 p

GOMES, O. D. F. M. Processamento e análise de imagens aplicados à caracterização automática de materiais (**dissertação de mestrado**). PUC, Rio de Janeiro, 2001.

JIN, X.; WANG, S.; PANG, Y.; WU, F. C. Phosphorus fractions and the effect of pH on the phosphorus release of the sediments from different trophic areas in Taihu Lake, China. **Environmental Pollution**. v. 139, n. 2, p. 288-295, 2006.

LI, H.; LIU, L.; LI, M.; ZHANG, X. Effects of pH, Temperature, Dissolved Oxygen, and Flow Rate on Phosphorus Release Processes at the Sediment and Water Interface in Storm Sewer. **Jornal of Analytical Methods in Chemistry**. v. 2013.

LIMA, A. C. P. Avaliação da qualidade da água do aquífero subterrâneo do entorno do Centro Industrial do Subaé – Feira de Santana – BA / **Dissertação** submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental do Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, BA-Brasil, 2009.

MACHADO, G. L. Estudo dos impactos sociais e ambientais de processos de requalificação urbana: o caso da Lagoa Grande no município de Feira de SantanaBahia. **Dissertação de Graduação**. Universidade Estadual de Feira de Santana. 2010

MIYITTAH, Michael K.; TULASHIE, Samuel Kofi; TSYAWO, Francis W.; SARFO, Justice K.; DARKO, Archibald A.. Assessment of surface water quality status of the Aby Lagoon System in the Western Region of Ghana. **Heliyon**, [S.L.], v. 6, n. 7, p. 1-9, jul. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04466>.

NETO, A. A. D.; BORJA, P. C.; ALVARES, M. L.; MORAES, L. R. S. Water Quality Determining Factors – A Study in Salvador, Bahia, Brazil. **Proceedings of VII Sibesa, 2004**

OLIVEIRA, Alarcon Matos; LIMA, Anna Paula de Alencar; MOTA, Kátia de Araújo; SANTOS, Rosangela Leal; SANTO, Sandra Medeiros. O uso da técnica de sensoriamento remoto para a localização de lagoas no município de Feira de Santana – B A. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2939-2946**

PATIL, P. N.; SAWANT, D. V.; DESHMUKH, R. N. Physico-chemical parameters for testing of water – A review. **International Journal of Environmental Sciences**, v. 3, n. 3, p. 1194-1207, 2012.

PIRITOBA, A. R. A.; RIBEIRO, H. M. C.; MORALES, G. P.; GONÇALVES, W. G. e. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. **Rev. Ambient. agua** vol.12 no.3 Taubaté May/June 2017

SAMPAIO, S.C.; SILVESTRO, M.G.; FRIGO, E.P., BORGES, C.M. Relação entre série de sólidos e condutividade elétrica em diferentes águas residuárias. **Irriga**, Botucatu, v.12, n.4, 2007, p.557-562.

SANTOS, Karolliny Danielle; CASTRO, Suelen de; VALLE JUNIOR, Samuel Ribeiro do; SILVEIRA, Gabriel Tadeu. ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA DA LAGOA DA PAMPULHA / BELO HORIZONTE-MG. **Revista Uniaraguaia**, [S. L.], v. 16, n. 1, p. 121-137, 30 abr. 2021.

SECOM. Urbanização da Lagoa Grande, em Feira de Santana, tem mais de 90% da obra concluída. Secretaria de Comunicação Social, Governo do Estado da Bahia. 2016.

SILVA, Júlia Pereira de Oliveira; FERREIRA, Gessé Pereira; MATOS, Jaqueline Borges de. Monitoramento dos aspectos físico-químicos da qualidade da água na Praia Lagunar das Palmeiras (Rio de Janeiro). **Open Journal Systems: Revista Brasileira de Meio Ambiente**, [S.I.], v. 9, n. 1, p. 113-130, 18 dez. 2020.

TUNDISI, J. G.; MATSU MURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

WHEELER, M. A., EWERS, M., & BUONANNO, J. F. .Different rates of forgetting following study versus test trials. **Memory**, 11, 571–580. 2003