

PKS

**PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT**

**REVISTA DE GEOGRAFIA
(UFPE)**

www.ufpe.br/revistageografia

OJS

**OPEN
JOURNAL
SYSTEMS**

A QUALIDADE DA ÁGUA COMO INDICADOR AMBIENTAL NO COMPLEXO LACUSTRE COSTEIRO DA SAPIRANGA- FORTALEZA/CE

*Marcelo de Oliveira Moura¹; José Lidemberg de Sousa Lopes²; Maria Elisa Zanella³; Marta
Celina Linhares Sales⁴*

¹Professor Assistente do Departamento de Geociências da UFPB; doutorando do Programa da Pós-Graduação em Geografia da UFC. Endereço Profissional: Cidade Universitária – João Pessoa - Paraíba - Brasil - CEP 58059-900; Telefones (83) 3216-7432 / 3216-7594; Telefone/fax (83)3216-7750. E-Mail: geommoura@yahoo.com.br.

²Doutorando do Programa da Pós-Graduação em Geografia da UFC. E-mail: jlidemberg@yahoo.com.br

³Professora Doutora da graduação e pós-graduação em Geografia da UFC. E-mail: elisazv@terra.com.br

⁴Professora Doutora da graduação e pós-graduação em Geografia da UFC. E-mail: mclsales@uol.com.br

Artigo recebido em 13/05/2012 e aceito em 26/12/2012

RESUMO

O estudo consiste em apresentar o cenário das condições limnológicas do Complexo lacustre costeiro da Sapiranga, por meio de parâmetros e condições que definem a qualidade da água, visando dessa forma ofertar subsídios à gestão ambiental da APP, bem como da APA da Sabiaguaba, onde se insere o recurso hídrico. Para esse fim, a pesquisa considera como referência teórica e metodológica os trabalhos de: Tricart (1977), Fortaleza (1978, 2007), Porto, Branco & Luca (1991), Claudino-Sales (1993); Brasil (2005) e outros pesquisadores que tratam de estudos limnológicos a nível nacional e internacional. Os resultados revelam que o ecossistema lacustre já em processo de eutrofização de suas águas já é presente. Os valores de amônia, nitrito e fósforo indicam o fenômeno de eutrofização nesse ambiente lântico, contudo os valores de OD revelam que essa situação não é grave.

Palavras-chave: Qualidade da água, eutrofização, complexo lacustre da Sapiranga, Fortaleza.

THE WATER QUALITY AS INDICATOR OF ENVIRONMENTAL LACUSTRINE COMPLEX SAPIRANGA-FORTALEZA/CE

ABSTRACT

This study consist of presenting the complex scenery of the limnological conditions of the costal lake environment of Sapiranga, the Northeast of Brazil, by means of parameters and conditions that define the quality of the water, aiming to offer subsidies to the policies of environmental management of the Permanent Protection Area (APP), as well as the Environmental Protection Area (APA) of the Sabiaguaba, which includes water resources. To achieve the goals, this research considers as theoretical and methodological reference the works of: Tricart (1977), Fortaleza (1978, 2007), Port, White & Luca (1991), Claudino-Sales (1993); Brazil (2005) and other researchers that deal with limnological studies at the national and international level. The results show that the conditions of the lacustrine ecosystem are already in process of eutrophication of its waters. The values of ammonia, nitrite and phosphorus indicate the phenomenon of eutrophication in lentic environment; however the values of Dissolved Oxygen (OD) show that this situation is not so serious.

Keywords: Water quality, eutrophication, lacustrine complex of Sapiranga, Fortaleza.

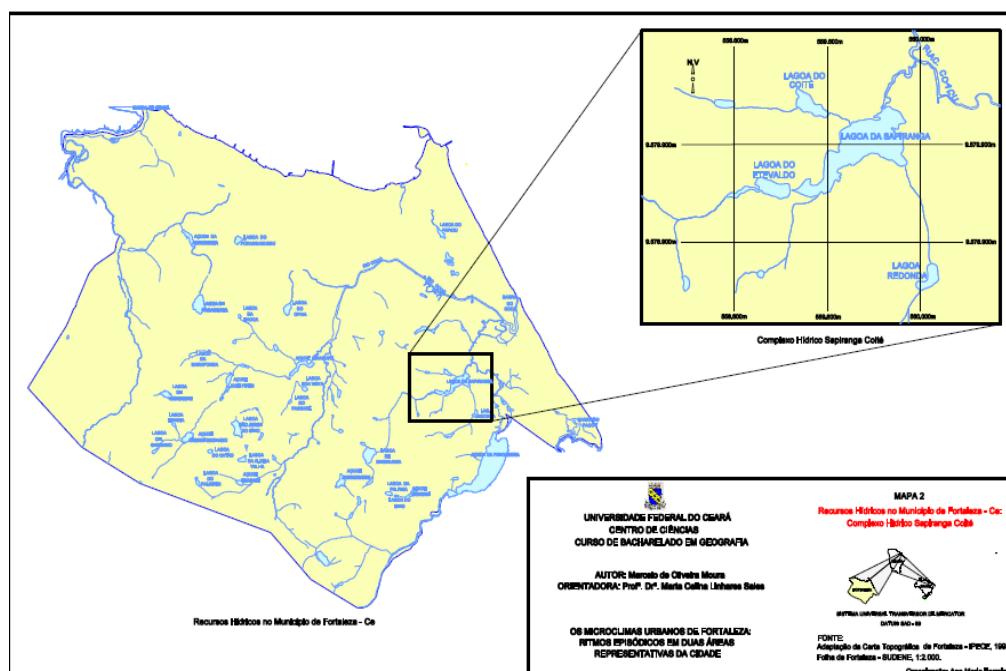
INTRODUÇÃO

A metrópole de Fortaleza apresenta sérios problemas sociambientais em diferentes escalas e magnitudes, os quais se configuram de forma desigual pela cidade. O crescimento urbano acompanhado de políticas pontuais e frágeis de planejamento ambiental e territorial ao longo das últimas décadas são tensores de primeira ordem para o cenário de generalização dos sistemas naturais na metrópole. A cobertura de vegetação e as superfícies hídricas de Fortaleza são os sistemas mais degradados, bem ainda os mais subtraídos das paisagens da capital cearense.

O complexo lacustre costeiro da Sapiranga se localiza no bairro Água Fria, setor sudeste do município de Fortaleza no Estado do Ceará (Figura 1). O recurso hídrico faz parte do sistema de macrodrenagem da sub-bacia 05 da bacia hidrográfica do rio Cocó. Possui 4.230 m² de espelho d'água, sendo a maior superfície hídrica da cidade (FORTALEZA, 2007), que juntamente com a lagoa do Coité, situado a oeste desse manancial é interligado a ela por um riacho. Somado a zona de afluição desses recursos ao rio Coaçu, maior afluente do rio Cocó, formam o que se denomina nessa pesquisa de complexo lacustre da Sapiranga. Esse ecossistema, por sua grande potencialidade natural pode ser considerado como um dos maiores patrimônios paisagísticos da metrópole fortalezense. Entretanto, esse sistema ambiental já conhece sérios problemas de degradação advindos do crescimento urbano desordenado que se iniciou na década de 1970 na área pesquisada. A fragilidade de infraestrutura (saneamento básico), mineração, retirada da mata ciliar, aterramento, assoreamento e parcelamento das margens da lagoa para a construção civil são os grandes vetores de degradação. Esses problemas refletem de modo substancial na modificação morfológica e na qualidade da água do ambiente lântico supracitado.

Com o interesse de contribuir com a gestão ambiental da APP e da APA da Sabiaguaba, onde se localiza o complexo lacustre costeiro da Sapiranga, por meio de informações do estado de conservação das águas dos mananciais a pesquisa propõe um levantamento de parâmetros e condições da qualidade da água, sendo esses submetidos ao enquadramento previsto na resolução do CONOMA nº357/2005, meio esse que indicará o grau de poluição e modificação morfológica no complexo lacustre. A pesquisa visa também, mostrar a evolução da modificação das águas através de comparação com trabalhos realizados em décadas anteriores.

Figura 1: Localização da área de estudo na rede de drenagem de Fortaleza.



REVISÃO DE LITERATURA

A base teórica deste trabalho segue as prescrições de Tricart (1977) que concebe os sistemas naturais por sua funcionalidade nos processos de troca de matéria e energia através do equilíbrio dinâmico, constituindo o que denomina de ambientes estáveis, porém, não estáticos. À medida que esses ambientes são impactados pelas atividades humanas há uma tendência de perda no estado de equilíbrio dinâmico passando para categoria de ambientes instáveis. A presente pesquisa acredita que as mudanças na qualidade da água no complexo lacustre costeiro da Sapiranga seja um fator de perda no seu estado de equilíbrio o que leva a categoriza - lá como um ambiente instável.

A Lagoa da Sapiranga é um dos ecossistemas do município de Fortaleza que contribuem para a manutenção do lençol freático, como reservatório de água doce, bem ainda serve para a valorização paisagística das áreas em seu entorno, além de valorização turística local, constituindo uma área de lazer tanto para a população local como outros visitantes.

Wetzel (1993) relaciona que quando na linha costeira de uma grande massa de água, como o mar ou uma grande lagoa ou laguna, possui alguma irregularidade ou recorte, forma-se uma barra transversal que fecha a depressão e delimita uma lagoa costeira, no caso do objeto da pesquisa é um exemplo nítido desse processo, o qual o autor exemplifica. Ainda o mesmo autor completa que uma lagoa costeira ocorre principalmente pela deposição de sedimentos que são transportados por correntes marítimas, ação eólica paralela a linha de costa.

Sperling (1999) salienta que as lagoas costeiras podem ser ainda de origem do fechamento da desembocadura de rios, pelo transporte e deposição de sedimentos marinhos tanto quanto de sedimentos dos próprios rios.

Quando são analisadas a vazão e descarga do rio ou descarga de marés são suficientemente fortes para impedir a separação completa de uma lagoa costeira, nesse caso ocorrerá alternadamente água doce e salobra no manancial, sendo que a salinidade de sistema hídrico dependerá das taxas de entrada de água doce e das intrusões de água salgada. Deste modo, as lagoas costeiras estarão delimitadas por uma ou mais ilhas/barreiras bem como por cordões arenosos, sendo interligadas ao mar por um ou mais canais, os quais no caso da Sapiranga são relativamente pequenos frente à lagoa. Há outras lagoas costeiras que estão completamente separadas do mar, a chamadas lagoas interioranas ou continentais (WETZEL, 1993; BARNES, 1980 apud NEWTON & MUDGE, 2003).

Os pesquisadores Fernandes (1996) e Knoopers (1994), relatam que as lagoas costeiras são geótopos comuns nos ecossistemas litorâneos do planeta. Esses sistemas hídricos ocupam áreas em ambientais tropicais ou polares, correspondendo a 13% dos ambientes costeiros no mundo, possuindo uma área média de 78 km², apresentando uma área total de aproximadamente 332. 000 km² ao longo da Terra.

Segundo Schafer (1974) as lagoas costeiras no país estão intimamente relacionadas com a formação da costa brasileira, devido ao movimento de regressão e transgressão marinhas, que data do período quaternário. Esses movimentos trans e regressionais do mar formaram costas de equilíbrio, onde os fatores principais foram à erosão e deposição de sedimentos, esses indicadores atrelados com a ação dos ventos, começaram a isolar corpos de águas que posteriormente se transformaram em lagoas ou lagos no litoral do Brasil.

Os lagos e lagoas costeiras ainda apresentam grande quantidade de água doce, eles são responsáveis pela sobrevivência de muitas espécies aquáticas, como também para o desenvolvimento da fauna e flora que fazem parte de todo o ecossistema ali presente. Existem diversas formas de lagoas em nosso país, algumas são abertas para o oceano e por isso são lagoas com características de águas salobras, outras são corpos fechados que mesmo sendo costeiros são de água doce.

A definição de lagoa ou lagunas passa por vários fatores que ajudam na caracterização e conhecimento destes mananciais. Vários autores estudam este ecossistema tão necessário para o desenvolvimento de muitas espécies. O Brasil é um país que apresenta uma grande quantidade

de lagoas costeiras de diversas naturezas, sejam elas diretamente ligadas ao mar ou não. A seguir mostra-se diversos conceitos utilizados para lagoas costeiras.

De acordo com Esteves (1998), as lagoas podem surgir de processos fluviais, marinhos ou fluviomarinhos, ainda o mesmo autor diz que algumas lagoas originaram-se no período terciário e, entretanto sua gênese diferenciada apresenta-se diferentes características ecológicas, tais quais essas não ocorrem em outras lagoas de costa no mundo.

Segundo Esteves (op cit), “Lagoas costeiras são ecossistemas presentes em todos os continentes sendo áreas de acentuada importância para as populações humanas em função dos recursos alimentares, através da pesca, e também, por apresentarem excelentes áreas de lazer”. Grandes partes das lagoas costeiras da América do Sul encontram-se na costa brasileira e incluem lagos de água doce até lagunas com características estuarinas ou marinhas.

Para Loureiro *et. al.* (2006), as lagoas costeiras são corpos d'água conectados ao oceano e formados como resultado da elevação do nível do mar durante o Holoceno/Pleistoceno e da construção das restingas arenosas através dos processos marinhos, isolando parcialmente ou totalmente os corpos lagunares do oceano.

Segundo Tundisi (2008), define-se lagoa costeira como um lago raso ou como corpos de água conectados a um rio ou ao mar (latim: lacuna; *lacus* – lago). Já para Kjerfve (1994), a definição para lagoa costeira como um conjunto de água raso, costeiro, separado do oceano por uma barreira, conectado pelo menos intermitentemente com o oceano, por uma ou mais conexões restritas e normalmente com orientação paralela à costa (p. 3).

No Brasil as lagoas próximas ao litoral apresentam na composição química da água uma influência das precipitações marinhas, carregadas de íons oriundos da evaporação dos oceanos. Assim, lagos costeiros apresentam concentrações maiores de Na⁺, Mg⁺ e Cl⁻, em relação aos lagos interiores. Mais ricos ainda são os lagos litorâneos, que recebem aporte de água do mar nos períodos de Marés altas.

O estudo da lâmina d'água da Sapiranga depende de um estudo minucioso onde os indicadores de clima, geologia/geomorfologia, fitogeográfico ajudarão a compreender porque elas se inseri nessa área. Sabemos que o Ceará é formado por 75% de embasamento cristalino, o regime pluviométrico com quadra chuvosa entre as estações verão/outono, não regulares, e período secos de 4 a 5 meses por ano. Apesar da pluviosidade média do município ficar em torno do 1.300 mm/anual (FUNCEME, 1984) as variações dos anos chuvosos e secos comprometem as reservas superficiais no município de Fortaleza, ocasionando problemas de cunho socioeconômico as comunidades que delas se utilizam.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta dos parâmetros foi realizada no dia nove de junho de 2011, final do período chuvoso na região, entre às 10 e 13 horas. Foram coletados dezenove parâmetros, sendo que a batimetria, temperatura da superfície e visibilidade da água foram determinadas *in situ* e os demais analisados no Laboratório de Limnologia do Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará.

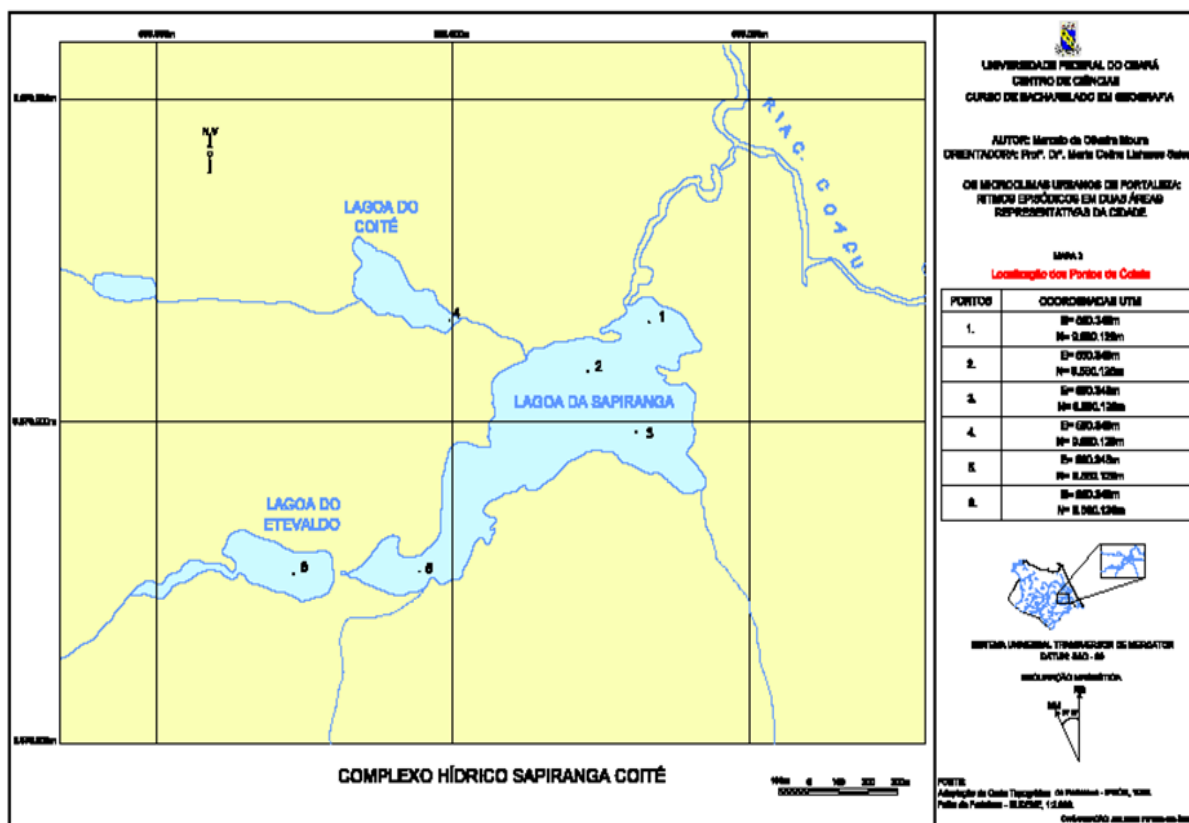
Dos materiais e procedimentos utilizados durante a realização da coleta foram: I) duas bóias para seguir o percurso dos pontos na lagoa; 2) uso do GPS para determinação das coordenadas dos pontos de coleta; 3) uso do termômetro específico (coluna de azul de brotimol) para determinação da temperatura da superfície da água; IV) uso do Disco de Secchi para definir a visibilidade da água e V) na ausência de uma ecosonda na determinação da batimetria foi adotado o procedimento utilizado por Cludino-Sales (1993): uma linha de *nylon* seccionada por nós de intervalos de 30 cm, constando de um peso amarrado à ponta final da linha. A Figura 2 mostra a localização dos seis pontos eleitos para análise dos parâmetros. Esses foram definidos após checagem em campo, considerando as fontes dos efluentes, de uso de pesca e lazer, análise de foto-imagem do recurso hídrico, além de uma tentativa de aproximação dos pontos de localização de coleta do trabalho realizado pela CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) na década de 1970 (FORTALEZA, 1978), no entanto, esses se localizavam apenas às margens da lagoa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos padrões e condições da qualidade da água no complexo lacustre da Sapiranga

A análise do estado das águas do complexo lacustre da Sapiranga teve como referencia a resolução do CONOMA nº357/2005 e o trabalho de Porto, Branco & Luca (1991). A pesquisa não apresenta parâmetros orgânicos e nem bacteriológicos (coliformes termotolerantes), somente parâmetros que apontam a condição físico-química, condições e padrões inorgânicos da qualidade da água (Quadro 1). Da análise dos parâmetros coletados:

Figura 2: Localização dos pontos de coleta no Complexo Lacustre da Sapiroanga



Das condições físico-químicas:

Quatro são os parâmetros apresentados para definir as condições físico-químicas: temperatura e visibilidade da água, batimetria e salinidade. Essas variáveis revelam além de outros aspectos a morfologia do ambiente hídrico. A temperatura da superfície da água exibe valores elevados entre 28°C e 30°C, fato este que está relacionado à sua baixa cota batimétrica que apresenta valores de até 1,1 m. Essas características do complexo lacustre vem afirmar, somado também as altas concentrações de salinidade presentes nas amostras dos pontos 1 e 2, zona de afluência da lagoa, que o manancial também pode ser considerado uma laguna.

As elevadas temperaturas de superfície é uma resposta direta da profundidade do recurso hídrico, fato esse de ordem natural, mas que possivelmente, tenha sido intensificada por conta do assoreamento advindo das atividades de retirada da mata ciliar e lançamento de efluentes domésticos e até mesmo do aterramento de parcelas do manancial. As elevadas concentrações de salinidade nos pontos 1 e 2 ocorrem por conta da influência das marés neste setor da lagoa. No entanto, somente um estudo detalhado dessas condições poderá afirmar a verdadeira tipologia ou as tipologias de classe de água que se enquadra o complexo lacustre da Sapiroanga.

Quadro 1- Parâmetros dos padrões e condições da qualidade da água do complexo lacustre da Sapiroanga – Fortaleza/CE.

PARÂMETROS	Limites Máximos CONOMA nº357/2005	PONTOS DE COLETA					
		PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6
Condições físico-químicas							
Temperatura da superfície (°C)		28	30	28	28	29	30
Visibilidade (DS cm)		25	27	21	-	26	30
Batimetria (m)		0,39	0,44	1,1	-	0,69	0,96
Salinidade (‰)	igual ou inferior a 0,5 ‰	0,43	0,36	0,33	0,31	0,30	0,30
Condições de qualidade da água de acordo com os limites CONOMA nº357/2005							
Materiais Flutuantes	virtualmente ausentes	ausente	presente	ausente	presente	presente	presente
Óleos e Graxas	virtualmente ausentes	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Corantes	virtualmente ausentes	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Resíduos sólidos objetáveis	virtualmente ausentes	ausente	presente	ausente	presente	presente	presente
OD (mg/L)	não inferior a 5 mg/L	6,44	5,9	6,44	6,44	6,17	5,9
pH	6,0 a 9,0	6,52	6,69	6,74	6,54	6,57	6,54
Padrões de qualidade da água de acordo com os limites CONOMA nº357/2005							
Parâmetros Inorgânicos							
Cloreto total (mg/L)	250 mg/L	45,0	150,0	50,0	50,0	50,0	45,0
Ferro (mg/L)	0,3 mg/L	0,800	1,100	1,150	1,000	1,150	0,850

Fósforo (mg/L)	até 0,030 mg/L	0,900	0,400	0,120	0,350	0,140	1,050
Nitrito (mg/L)	1,0 mg/L	0,650	1,950	2,150	2,900	2,100	-
Outros parâmetros não definidos pela resolução do CONOMA nº357/2005							
DQO (mg/L)		3,00	4,00	3,0	4,0	3,0	3,0
Alcalinidade (mg/L)		80,0	97,0	74,0	68,0	80,0	75,0
Acidez (mg/L)		34,08	22,72	22,72	31,80	31,80	28,40
CE (µS/cm)		700	594	552	517	491	436
Amônia (mg/L)		1,240	1,240	0,170	1,240	0,170	1,600

	Indica que os parâmetros estão dentro dos limites estabelecido pelo CONOMA nº357/2005 ou recomendado pela literatura.
	Indica que os parâmetros estão fora dos limites estabelecido pelo CONOMA nº357/2005 ou não recomendado pela literatura.

Das condições de qualidade da água de acordo com os limites do CONOMA nº357/2005:

Dos seis parâmetros considerados pela pesquisa quatro se apresentam dentro dos limites estabelecidos pela Resolução para todos os pontos de análise são eles: óleos e graxas, corantes, OD e pH. Não foram detectados no dia da coleta corantes, óleos e graxas provenientes de fontes antrópicas, contudo, o ponto 6 possui grande potencial para o eventual surgimento desses elementos isso por que próximo a esse ponto localiza-se uma empresa de ônibus urbano, e nesse estabelecimento ocorre também a lavagem dos autos.

Em nenhuma amostra o valor de OD não foi inferior a 5 mg/L, estando assim os pontos de análise de acordo com a Resolução. Isso evidencia também que a quantidade de oxigênio dissolvido na água, ainda permanece em um estado normal e que o consumo pela atividade bacteriana na degradação de matéria orgânica não é considerável. O pH se apresenta dentro dos limites da resolução com valores limites de 6,52 e 6,74. Para Porto, Branco & Luca (1991:50) o pH comanda a especiação química das águas e os critérios de proteção da vida aquática fixam o pH entre 6 e 9.

Dos padrões inorgânicos de qualidade da água de acordo com limites do CONOMA nº357/2005:

Dos quatro parâmetros analisados dois se apresentam fora dos limites do CONAMA para todos os pontos eleitos e um deles, o nitrito, apresenta apenas um dos pontos de coleta de acordo com os limites da Resolução. Somente o Cloreto Total se enquadra com o estabelecido

pela resolução, estando, desse modo, as amostras com valores bem inferiores a 250mg/L como mostra o quadro 1. Já o fósforo e o nitrito, elementos limitantes para eutrofização das águas, exibem valores que ultrapassam o recomendado. O valor estabelecido para o fósforo de acordo com o COMAMA é de 0,030mg/L, sendo os valores mais críticos das amostras de 1,050 mg/L para o ponto 6 de 0,900 mg/L e para o ponto 1. O nitrito também apresenta valores que ultrapassam o limite estabelecido pela Resolução com taxas de até 2,900 mg/L.

O fósforo e o nitrito, juntamente com a amônia são elementos que interferem diretamente na produtividade do ecossistema lacustre e por isso apontam o estado de eutrofização das águas. E são esses parâmetros que apresentam valores elevados nos mananciais pesquisados o que leva a sugerir a existência de um excesso de matéria orgânica o que poderá acarretar em uma maior capacidade de decomposição e conseqüentemente com graves alterações em todo metabolismo do sistema lacustre. Apesar dos elevados valores encontrados para esses elementos limitantes da eutrofização, os mesmos parecem não ser suficientes para interferir na atividade de decomposição isso por que todas as mostras de OD se enquadram dentro dos limites da resolução do CONAMA.

O ferro apresentou em todos os pontos de análise valores bem superiores daquele recomendado. As taxas desse parâmetro são mais críticas para os pontos 2, 3 e 5 com valores de até 150 mg/L. O ferro é um elemento essencial e necessário as atividades enzimáticas do ecossistema lacustre (PORTO, BRANCO & LUCA, 1991:45). Esse parâmetro, assim como os demais, evidenciam que o quadro de equilíbrio da vida aquática está comprometido no Complexo lacustre da Sapiranga.

Outros parâmetros não definidos pela resolução do CONOMA nº357/2005:

O DQO (Demanda Química de Oxigênio) é um parâmetro que é utilizado para estimar o conteúdo de matéria orgânica de uma água. Águas naturais com DQO maior que 10mg/l não são propicias a vida aquática (PORTO, BRANCO & LUCA, 1991:48). Os valores encontrados para essa variável vão encontro com o estabelecido pela literatura, já que as maiores taxas de DQO são de 1,600mg/L. Esse cenário vem corroborar com já discutido anteriormente, ou seja, de que a produtividade no ecossistema não é tão elevada, porém, esse quadro poderá ser comprometido pois as taxas de nitrito, fósforo e amônia são elevadas. A amônia é um parâmetro que também determina o estágio de eutrofização das águas e esse se apresenta fora do recomendado (0,02 mg/L) para todos os pontos de coleta da pesquisa. Os valores mais críticos dessa variável são encontrados para os pontos 1, 2, 4 e 6 com taxas de até 1,600mg/L.

A Condutividade Elétrica (CE) é determinada pela presença de substâncias dissolvidas na água que se dissociam em ânions ou cátions. E a capacidade da água transmitir a condutividade elétrica (PORTO, BRANCO & LUCA, 1991). Os maiores valores de CE são encontrados nos pontos 1 e 2, sendo o primeiro ponto o de maior taxa com 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Essa variável associada à salinidade nesse ponto da pesquisa leva a sugerir que a lagoa da Sapiranga também seja considerada como uma laguna. Um maior detalhamento desses elementos é necessário para um zoneamento da superfície hídrica do manancial e posteriormente um novo enquadramento de suas águas.

A alcalinidade é a capacidade de neutralizar os ácidos e acidez é a capacidade de neutralizar as bases. Esses parâmetros apresentados no quadro 1 se correlacionam com a condutividade elétrica numa relação normalmente linear (PORTO, BRANCO & LUCA, 1991: 50). São também elementos que influenciam a vida aquática.

Considerações sobre a evolução histórica da qualidade da água no complexo lacustre da Sapiranga

Neste item da pesquisa foi realizada uma análise comparativa dos parâmetros que definem os padrões e as condições de qualidade da água no complexo lacustre numa perspectiva evolutiva, considerando os valores médios das amostras encontrados no presente estudo e com os trabalhos realizados nas décadas de 1970 (FORTALEZA, 1978) e de 1990 (CEARÁ, 1998). Apesar de mascarar a realidade da espacialização dos parâmetros, por conta das médias, já que não há uma compatibilidade exata da localização dos pontos amostrais dos trabalhos, mesmo assim, a comparação é válida no sentido de evidenciar o grau de modificação das águas ao longo do tempo.

É válido ressaltar que os resultados dessa comparação devem ser comprometidos devido às coletas terem sido realizadas em períodos diferentes do ano, fato que altera a composição físico-química e morfológica do manancial. Foram eleitos onze parâmetros para efeito comparativo, a escolha ocorreu por conta das variáveis estarem, quase sempre, presentes nos trabalhos supracitados. A seguir a interpretação dos parâmetros expostos no Quadro 2.

Das condições físico-químicas:

Dos parâmetros coletados nesta etapa: temperatura da superfície da água e condutividade elétrica. O primeiro indicou um valor médio bem maior para o ano de 2004 se comparado com ano de 1978, isso levar a sugerir que o processo de assoreamento da lagoa foi intensificado nas

últimas décadas, resultado em parte, da retirada da mata ciliar, do aterramento de parcelas da lagoa, além, do lançamento de efluentes.

Muito provavelmente esses fatores favoreceram a diminuição do volume de água da lagoa e conseqüentemente modificou o balanço energético local, ou seja, a radiação incidente na superfície do recurso, logo é devolvida para atmosfera, por conta da baixa cota batimétrica, assim a lagoa não possui um efeito termorregulador comum a outras lagoas. Essa hipótese já foi sugerida em outros trabalhos de natureza climática na área (MOURA: 2006 e 2008). Cabe salientar que pela sua própria natureza morfológica, com característica de laguna, essa condição, possivelmente, já era existente, mas tenha sido intensificada com pelos tensores citados anteriormente. A condutividade elétrica apresenta valores não ascendentes. O ano de 1997 exibe a maior taxa, seguido do ano de 2004. A oscilação dos valores, possivelmente, ocorreu por influencia dos níveis de maré no manancial, assim os diferentes horários de coleta dessa variável pelos trabalhos, exibiu uma realidade físico-química particular para cada coleta.

Quadro 2: Evolução histórica dos parâmetros em valores médios da qualidade da água no complexo lacustre da Sapiranga.

PARÂMETROS	1978	1997	2011
Condições físico-químicas			
Temperatura da superfície (°C)	25	-	28,8
CE (µS/cm)	331,6	970,6	558,3
Condições de qualidade da água			
Resíduos sólidos objetáveis	ausente	-	presente
OD (mg/L)	7,4	4,9	6,2
pH	6,6	-	6,6
Padrões inorgânicos de qualidade da água			
Nitrito (mg/L)	1,22	-	1,62
Nitrato (mg/L)	ausente	0,50	-
Amônia (mg/L)	ausente	0,20	0,94
Fósforo(mg/L)	-	1,00	0,493
Cloreto (mg/L)	71	-	65
Ferro(mg/L)	14,71	-	6,085

Fonte: FORTALEZA (1978), CEARÁ (1998).

Das condições de qualidade da água:

Três são as condições eleitas para análise: Resíduos sólidos objetáveis, OD e pH. O primeiro parâmetro foi ausente no trabalho de 1978 e presente na pesquisa de 2011, o que revela o lançamento de lixo e efluentes de origem doméstica isso por que a ocupação das margens da lagoa ocorreu no final da década de 1980 e se intensificou nos anos 90. O OD revela também esse fato, pois mostra que os valores foram bem superiores para o ano de 1978, apesar dos trabalhos de 1997 e 2011 se enquadrarem dentro do limite estabelecido pela resolução do CONAMA, ou seja, amostra não inferior a 5 mg/L, dessa maneira, a capacidade de consumo pela atividade bacteriana na degradação de matéria orgânica não é considerável nos trabalhos em análise. O pH apresenta valores compatíveis com o estabelecido pela resolução do CONOMA, tanto na pesquisa de 1978 como na de 2011. Logo, essa variável se manteve dentro dos padrões ao longo das últimas décadas.

Dos padrões inorgânicos de qualidade da água:

Seis padrões definem a qualidade da água nesta análise, são eles: nitrito, nitrato, amônia, fósforo, cloreto e ferro. Os quatro primeiros parâmetros definem o estado de eutrofização da água e esses exibem nos seus valores uma evolução crescente desse processo. O nitrato apresentou para o ano de 1997 valor médio de 0,50 mg/L sendo ausente para 1978, assim houve um aumento desse parâmetro no manancial de 50% em vinte anos. Apesar disso, o valor encontrado em 1997 se enquadra com o estabelecido pela resolução que é de 10,0mg/L. O nitrito já presente no trabalho de 1978 com taxa de 1,22 mg/L apresentou aumento em 1,62 mg/L no ano de 2011, esses valores estão fora dos limites do CONAMA que estabelece 1,0 mg/L.

A amônia registrou valores em escala ascendente. Em 1978 foi ausente e 1997 e 2011 apresentou taxas de 0,20 mg/L e 0,94mg/L, respectivamente, estando esses valores não enquadrados com o recomendado pela resolução que é de 0,02mg/L. O fósforo exibiu 1,00mg/L em 1997 e valor de 0,493mg/L para o ano de 2011, esses valores estão fora dos limites do CONAMA que sugere 0,030mg/L. Os parâmetros até agora apresentados são fatores limitantes da eutrofização, assim podemos afirmar, tendo como orientação os resultados encontrados, que o complexo lacustre da Sapiranga já inicia o processo de eutrofização de suas águas.

O cloreto apresenta um valor de 0,71 mg/L em 1978, valor esse superior ao de 2011. Contudo essas taxas vão ao encontro com o estabelecido pela resolução do CONAMA que sugere 250 mg/L. O parâmetro ferro apresenta valores médios de 14,71 mg/L e 6,085 mg/L para 1978 e 2011, respectivamente. Essas taxas ultrapassam em muito o valor de 0,3 mg/L apontado pelo CONAMA como limite. Como já citado, esse parâmetro é fundamental para as funções enzimáticas do ecossistema, isso em pequenas quantidades.

CONCLUSÕES

A análise dos parâmetros dos padrões e condições das águas do complexo lacustre da Sapiranga leva a sugerir que o ecossistema já presencia seu estado de degradação, seja pelas condições da qualidade da água, pelo comprometimento da vida aquática ou pela modificação morfológica do manancial. As comparações dos parâmetros em diferentes décadas também evidenciam essa situação. Os elevados valores de temperatura da superfície da água indicam modificações no volume do manancial, assim a batimetria do recurso vem diminuindo por conta do processo de assoreamento e aterramento, cujo grande tensor são atividades antrópicas. Esse

mesmo tensor é a razão pelo fenômeno da eutrofização, já presente no manancial como indica as amostras de amônia, nitrito e fósforo, porém, esse processo não é tão grave já que os valores de OD se enquadram com estabelecido pela resolução do CONAMA, além dos valores de DQO se apresentarem dentro do recomendado pela literatura.

A pesquisa constatou que a qualidade da água é uma ferramenta eficiente como indicador ambiental em ecossistemas lacustres. A temática na área de estudo não se encerra com essa pesquisa, pois muito ainda deve ser pesquisado no complexo lacustre da Sapiranga, outras contribuições precisam ser ofertadas com intuito de gerar informações a gestão territorial da APP e da APA da Sabiaguaba, patrimônio paisagístico da metrópole fortalezense.

REFERÊNCIAS

BARNES, R. S. K. Coastal lagoons. Cambridge; Cambridge University Press, 1980, 106 p.

BRASIL. Resolução CONAMA no. 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União: República Federativa do Brasil: Poder Legislativo, DF, 17 mar. Disponível em: <<http://planeta.terra.com.br/educacao/kenya/legis/resolconama001.htm>>. Acesso em: abril. 2010.

CEARÁ. Monitoramento da qualidade das águas das lagoas de Fortaleza. SEMACE, 1998.

CLAUDINO-SALES, V. Lagoa do Papicu: natureza e ambiente na cidade de Fortaleza. (Dissertação de Mestrado). São Paulo: FFLCH/USP- Programa de Pós- Graduação em Geografia, 1993. 344p.

ESTEVES, F. A. Fundamentos da limnologia. Rio de Janeiro. Interciências/FINE. 575p. 1998.

FERNANDES, H. M. management of uranium Mill tailing. Geochemical processes and radiological risk assessment. Fuel and Energy abstracts, v. 37, n. 3, p. 224, 1996.

FORTALEZA. Plano diretor de Drenagem Urbana. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 1978.

FORTALEZA. Urbanização das lagoas da Sapiranga e Precabura: Projeto Parque Metropolitano (estudo preliminar). Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, 1978.

FORTALEZA. Programa lagoas de Fortaleza- Mapeamento Batimétrico. Fortaleza: SEMAM, 2007.

KNOPPERS, B. A. Aquatic primary production in coastal lagoons. In: KJERFVE, B. (Ed.). Coastal lagoon Processes. Amsterdam: Elsevier, 1994. P.243-286.

FUNCEME. Dados de precipitações do Estado do Ceará. Fortaleza: FUNCEME, 1984.

- MOURA, M. O. Os microclimas urbanos de Fortaleza: ritmos episódicos em duas áreas representativas da cidade. (Relatório de Graduação). Fortaleza: Departamento de Geografia/UFC, 2006. 168p.
- MOURA, M. O. O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico. (Dissertação de Mestrado). Fortaleza: Programa de Pós- Graduação em Geografia/UFC, 2008. 318p.
- NEWTON, A.; MUDGE, S. M. Temperature and salinity regimes in a shallow, mesotidal lagoon, the Ria Formosa, Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 57, p. 73-85, 2003.
- PORTO, R; BRANCO; LUCA. Hidrologia Ambiental. São Paulo: editora USP, 1991.
- TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.
- TUNDISI, José Galizia; TUNDISI, Takako Matsumura. Limnologia. São Paulo: Oficina de Textos, IE, 2008.
- SCHÄFER, A. Critérios e métodos para a avaliação das águas superficiais – análise da diversidade de biocenose. NIDECO – Série Taim. Instituto de Biociências. UFRGS. 3. Ed: 44p, 1974.
- SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª. Ed. Belo Horizonte; DESA/UFMG, 1996. 243p.
- WETZEL, R. G. Limnologia. 2 ed. Lisboa; Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. 919p.