

INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO TEMPORAL DO MATERIAL BIODEGRADÁVEL E NÃO BIODEGRADÁVEL NA QUALIDADE DA ÁGUA DE DUAS LAGOAS DE FORTALEZA-CE: MESSEJANA E SAPIRANGA

Ítalo Herbet de VASCONCELOS 01 (1); Camila Kellen OLIVEIRA DA SILVA 02 (2); Amanda GONÇALVES FAÇANHA 03 (3); Maria de Nazaré CHAGAS PEQUENO 04(4); Raimundo BEMVINDO GOMES 05 (5).

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Rua Moreninha Irineu, 66-Parquelândia, e-mail: itherbet@bol.com.br

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: kellen_negarea@hotmail.com

(3) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: amandagf@gmail.com.

(4) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: nazaré_chagas@hotmail.com.

(5) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: bemvindogomes@cefetce.br

RESUMO

Integrantes da bacia hidrográfica do rio Cocó, a lagoa de Messejana e a lagoa costeira Sapiranga estão submetidas a impactos em sua bacia de drenagem, recebendo águas residuárias domésticas. Este trabalho objetivou avaliar o teor de material biodegradável e não biodegradável, através dos parâmetros DQO, DBO₅, fósforo total (PT), sólidos totais fixos (STF) e voláteis (STV). Os resultados mostraram que o teor médio de matéria oxidável DQO (103 mg/L) na lagoa de Sapiranga foi superior ao de Messejana DQO (69 mg/L). Em ambos, o teor de matéria orgânica biodegradável foi elevado, porém, Sapiranga DBO₅(52 mg/L) também superou Messejana DBO₅(37 mg/L) e, portanto não atendeu ao padrão legal para corpos de água doce classe II ($\leq 5\text{mg/l}$). O teor de PT na Sapiranga foi de 0,822 mg/L, superando o limite para águas salobras (0,186 mg/L). O mesmo aconteceu com Messejana, onde PT foi de 0,190 mg/L superando o limite para corpos lânticos (0,030mg/L). Sapiranga também apresentou elevados teores médios de STF (1026 mg/L) e STV (370 mg/L). Messejana apresentou teores médios de STF (258 mg/L), mais reduzidos em relação aos STV (339 mg/L) refletindo maior incidência de material biodegradável. Ambos os ecossistemas estão bastante prejudicados, necessitando de medidas protecionistas e recuperadoras.

Palavras-chave: impactos, material biodegradável, ecossistema lacustre, Sapiranga, Messejana.

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Fortaleza é cortada por quatro bacias hidrográficas caracterizadas por cursos fluviais de pequeno porte e intermitentes. Dentre elas, destaca-se a do rio Cocó que se insere sobre áreas dos municípios de

Fortaleza, Maracanaú, Aquiraz, Maranguape e Pacatuba, abrangendo em torno de 500 km², tendo o seu curso principal uma extensão de quase 50 km. Segundo Vasconcelos *et al* (1995), Fortaleza possui rios com grande potencial hídrico, uma rica rede de drenagem e um número considerável de lagoas. Atualmente, essas lagoas urbanas contribuem significativamente na região do seu entorno para a irrigação, aquicultura, turismo e lazer (PMF/SEMAM, 2003). No entanto, o que tem sido observado é a perda destes mananciais, sobretudo das lagoas, em consequência de aterramentos, atendendo à especulação imobiliária nestas áreas e carreando impurezas de resíduos líquidos e sólidos para os ecossistemas, advindos da ação antrópica nas áreas de influência direta, traduzido em impactos significativos.

De sua nascente em Pacatuba até seu estuário em Fortaleza, o rio Cocó adquire diversas denominações, iniciando com o nome riacho Pacatuba, na serra do Aratanha e já recebendo contribuições, passa a ser chamado riacho Gavião que alimenta a Região Metropolitana de Fortaleza. Passa a se chamar Cocó após se encontrar com o riacho Timbó. Após receber, em seu trecho final, o rio Coaçu, seu principal afluente, deságua no oceano Atlântico entre as praias do Caça e Pesca e da Sabiaguaba, ambas em Fortaleza.

As lagoas de Sapiroanga e Messejana são integrantes da Bacia do Rio Cocó e, assim como as demais lagoas de Fortaleza, vêm sofrendo constante intervenção antrópica, principalmente no que diz respeito a despejos de esgotos domésticos, ocasionando redução da qualidade de suas águas e, conseqüentemente, comprometendo suas características físicas, químicas e sanitárias. O processo de urbanização pelo qual passa a cidade de Fortaleza, devido aos estabelecimentos comerciais, às indústrias e aos domicílios que se alojam no entorno das lagoas, acarreta grandes impactos sobre esses ecossistemas. Esse crescimento desordenado agrava cada vez mais o problema da degradação e contaminação das águas.

Estas lagoas têm considerável relevância para Fortaleza, seja na composição da paisagem, como componente turístico ou no controle de cheias. A lagoa de Sapiroanga está inserida na Reserva Ecológica da Sapiroanga reconhecida como Reserva Ecológica Particular pela Portaria nº 031/97 – SEMACE, mantida pela Fundação Maria Nilva Alves, onde se torna uma área de contínuas visitas de toda parte do estado. A lagoa de Messejana, localizada no bairro de mesmo nome, tem grande importância no amortecimento de enchentes e além de valor histórico. Ambas contribuem favoravelmente para a melhoria dos microclimas.

Buscando conhecer melhor os impactos sofridos por estes ecossistemas em decorrência do lançamento de águas residuárias domésticas e do carreamento de outros materiais advindos da bacia de drenagem, este trabalho objetivou avaliar os teores de material biodegradável e não biodegradável de dois ambientes lacustres integrantes da bacia do rio Cocó: a lagoa de Messejana e a lagoa costeira Sapiroanga.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva: no homem, mais de 60% do seu peso é constituído por água, e em certos animais aquáticos esta porcentagem sobe a 98%. A água é fundamental para a manutenção da vida, razão pela qual é importante saber como ela se distribui no nosso planeta, e como ela circula de um meio para o outro (SPERLING, 1996).

A água doce, como fonte primária de recurso para a sociedade moderna, tais como produção de alimentos e atividades industriais, tem sido primordial para o homem, e o estabelecimento das civilizações no decorrer do tempo tem ocorrido principalmente com base em sua proximidade com os corpos d'água (TUNDISI, 1999 *apud* POMPEO, 2003).

Definido como o conjunto de ações a serem desenvolvidas para garantir às populações e às atividades econômicas uma utilização otimizada da água, tanto em termos de quantidade como de qualidade, o gerenciamento dos recursos hídricos busca minimizar os problemas de poluição, que num sentido mais amplo não se restringe aos prejuízos que possa causar ao homem ou aos outros seres vivos, mas qualquer alteração provocada em um meio que prejudique um uso benéfico definido para ele (MOTA, 1995).

A situação atual dos recursos hídricos do Nordeste brasileiro e do estado do Ceará, em particular, vem se agravando em função das baixas precipitações pluviométricas, e da combinação do crescimento exagerado de demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas, resultante do crescimento urbano desenfreado. A grande variedade de atividades comerciais e industriais no entorno dos corpos hídricos, muitas vezes instalados em suas áreas de preservação, associada ao acúmulo de lixo, tem desencadeado o avanço contínuo dos processos de degradação destes ambientes naturais (SEMACE, 2000).

Um dos fatores que compromete a capacidade de autodepuração dos corpos d'água é o lançamento de esgotos domésticos e industriais, pois aumentam a quantidade de matéria orgânica, possibilitando o aumento da atividade microbiana. Se o nível de poluição é muito intenso, ocorre uma diminuição do teor de oxigênio dissolvido, trazendo como consequência a mortandade de peixes e proliferação de microrganismos que ameaçam a saúde da população.

O processo de urbanização pelo qual atravessa a cidade de Fortaleza tem acarretado alterações nos ambientes aquáticos naturais, especialmente os ecossistemas lacustres, como é o caso das lagoas de Messejana e Sapiranga, envolvendo desde despejo de resíduos sólidos lançados nas suas margens, desmatamento da área de entorno que influi na regulação dos fluxos de águas para os mananciais até o lançamento de efluentes sem um tratamento prévio e, de forma indiscriminada. Isto tem resultado em alterações significativas para as atividades recreacionais das comunidades que utilizam as lagoas.

Os desafios metropolitanos que se colocam nos dias atuais é que as cidades criem as condições para assegurar uma qualidade de vida que possa ser considerada aceitável, não interferindo negativamente no meio ambiente do seu entorno e agindo preventivamente para evitar a continuidade do nível de degradação, notadamente nas regiões habitadas pelos setores mais carentes. (JACOBI, 2006)

Os ecossistemas aquáticos, antes de receberem cargas significativas de esgotos encontra-se, usualmente em um estado de equilíbrio. Após a entrada das fontes de poluição, o equilíbrio entre as comunidades é afetado, resultando numa desorganização inicial, seguida por uma tendência posterior à reorganização (VON SPERLING, 1996). Essas fontes de poluição são advindas de despejos domésticos e industriais, de forma pontual e difusa, afetando a qualidade da água para diversos fins.

O material orgânico biodegradável é geralmente representado pelo parâmetro DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), que segundo Sawyer (1994) é usualmente definida como a quantidade de oxigênio requerida pelos microrganismos para estabilizar a matéria orgânica em condições aeróbias. Na verdade este teste é um bioensaio, o qual tem a finalidade de servir como referencial de controle de poluição provindo de esgotos domésticos e industriais.

No corpo d'água, a matéria orgânica é convertida em produtos mineralizados inertes por mecanismos puramente naturais, caracterizando o chamado fenômeno da autodepuração. Os principais microrganismos envolvidos no tratamento são as bactérias, fungos, algas, protozoários e macro e microinvertebrados; entretanto, as bactérias são consideradas as mais importantes na estabilização da matéria orgânica.

A DQO (Demanda Química de Oxigênio) é um parâmetro que mede o teor de material oxidável, seja ele biodegradável ou não. O teste consiste na oxidação da amostra por meio de oxidante forte (dicromato de potássio), em meio fortemente ácido (ácido sulfúrico), temperatura elevada (150° C) na presença de um catalisador (prata). É também um importante instrumento na avaliação das águas poluídas e águas residuárias domésticos e indústrias.

Complementarmente à DQO e DBO, a matéria inorgânica e orgânica pode ser determinada, respectivamente, a partir das frações fixa (Sólidos Totais Fixos – STF) e volátil (Sólidos Totais Voláteis – STV) dos sólidos totais presentes na água.

Além da matéria orgânica, os macronutrientes também têm grande importância no metabolismo dos ecossistemas aquáticos e são representados, mais especificamente, pelas frações fosfatadas e nitrogenadas, especialmente o fósforo, representado pelo teor de fósforo total (PT). De acordo com Esteves (1998), os teores de fosfato provêm de fontes naturais e fontes artificiais. Das fontes naturais advêm dos minerais primários das rochas das bacias de drenagem através do escoamento superficial, transporte do solo e intemperização de rochas (ROLAND *et al.*, 2005). As fontes alóctones mais importantes são de esgotos domésticos e industriais, os quais contêm grandes quantidades de matéria orgânica e compostos fosfatados, intrínsecas à maioria dos detergentes. O incremento no teor de fósforo em corpos d'água pode causar a eutrofização artificial cujos efeitos são, em geral, prejudiciais e causadores de mudanças em toda a comunidade planctônica e nas condições físico-químicas do ecossistema.

Assim, os aglomerados urbanos próximos aos cursos d'água e os usos e ocupações da área de drenagem da bacia hidrográfica têm a potencialidade de alterar a qualidade da água, como a eutrofização do corpo d'água (POMPÊO, 2003). Além do mais, o intenso uso, a poluição e a contaminação, oriundas de lançamento de efluentes sem tratamento, contribuem para agravar a escassez de água e reforçam a necessidade crescente do acompanhamento da alteração de sua qualidade (BRAGA *et al.*, 1999).

Os problemas indesejáveis relacionados à eutrofização são o excessivo crescimento da vegetação, floração das águas, eventuais maus odores, distúrbios com mosquitos e insetos, eventuais mortandade de peixes. O aumento da produtividade do corpo d'água causa elevação da concentração das bactérias heterotróficas, que se alimentam de matéria orgânica e de outros microrganismos mortos, consumindo o oxigênio dissolvido do meio líquido e conseqüentemente no fundo predominam as condições anaeróbias.

Considerando que a qualidade das águas superficiais é diretamente influenciada por poluentes oriundos de fontes pontuais e difusas, tais como lançamentos contínuos de esgotos de origens industriais ou domésticos, é evidente que grandes vazões destes efluentes, poderão gerar impactos ao corpo receptor. E isto faz com que o manancial perca a função ecológica e torne-se um agravante para a população, especialmente aquela que vive no seu entorno.

Uma forma de controlar a poluição hídrica é aliar ações disciplinadoras voltadas para a ocupação da bacia de drenagem, como também preservando a área de entorno dos ecossistemas lacustres. Juntamente com medidas de saneamento básico aliado a prática da educação ambiental para conscientização da população menos favorecida. O monitoramento também pode ser empregado como ação preventiva e geralmente está associado à avaliação da qualidade da água e sua adequação aos usos requeridos ou propostos (PORTO, 1991).

Assim, o contínuo monitoramento, definido como coleta contínua ou periódica, comparação e análise de dados e informações para propósito de efetivo gerenciamento das águas lacustres permite verificar modificações ocorridas em sua qualidade e contribui com propostas de controle no uso e recuperação da área adjacente (POMPÊO, 2003).

Na perspectiva de colaborar com as ações preventivas e recuperadoras dos ecossistemas lacustres de Fortaleza-Ce, o CEFETCE firmou convênio com a Secretaria de Meio Ambiente e Controle Urbano da Prefeitura Municipal de Fortaleza para monitorar as principais lagoas de Fortaleza-CE quanto à balneabilidade e controle de poluição, ação através da qual gerou o presente estudo.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Área de Estudo

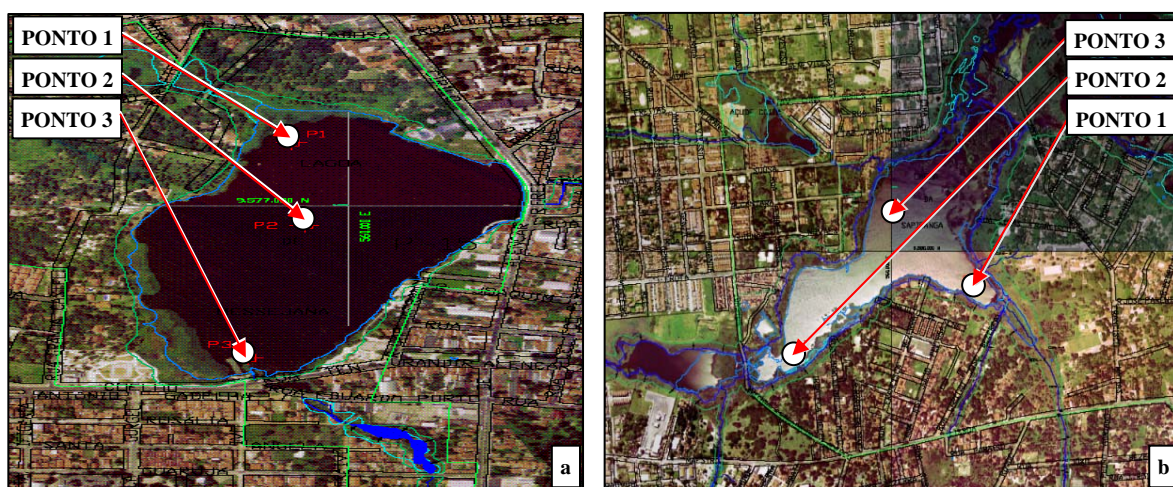
A área de estudo abrange as microbacias lagoa da Messejana e lagoa Sapiranga, formadas pelas respectivas lagoas e suas áreas de entorno. A lagoa de Messejana tem espelho líquido de 33,50 ha., fazendo parte da sub-bacia B – 5.1, e um volume de 829.000 m³. Apresenta área densamente povoada por famílias com renda variando de baixa a média. A lagoa Sapiranga tem 218.887 m² de área superficial e faz parte da sub-bacia B – 5.6. Apresenta área de baixa densidade populacional, onde predominam as chácaras e sítios (Figuras 1a e 1b).

3.2 Procedimentos de Coleta

Para o desenvolvimento do estudo, foram selecionados três pontos de amostragem (Quadro 1), localizados em isóbata, mínima de 1 m de profundidade e as coletas realizadas sub-superficialmente (entre 30 e 50 cm), no período de agosto de 2006 a maio de 2007.

Quadro 1: Identificação e coordenadas geográficas dos pontos de amostragem das lagoas de Messejana e Sapiranga

LAGOA DE MESSEJANA		
PONTO DE AMOSTRAGEM	IDENTIFICAÇÃO	COORDENADA GEOGRÁFICA
P1	ENTRADA DO TRIBUTÁRIO PRINCIPAL	3°49'490"S/38°29'780"W
P2	CENTRO	3°49'490"S/38°29'780"W
P3	SANGRADOURO	3°49'860"S/38°29'820"W
LAGOA SAPIRANGA		
PONTO DE AMOSTRAGEM	IDENTIFICAÇÃO	COORDENADA GEOGRÁFICA
P1	ENTRADA DO TRIBUTÁRIO PRINCIPAL	3°48'580"S/38°27'387"W
P2	CENTRO	3°48'209"S/38°27'800"W
P3	SANGRADOURO	3°47'890"S/38°27'576" W



Fonte: PMF/SEMAM

Figura 1 – a. pontos de amostragem na lagoa de Messejana, Fortaleza-CE
b. pontos de amostragem na lagoa Sapiranga, Fortaleza-CE

3.2 Variáveis Analisadas

A avaliação do material biodegradável e não biodegradável foi realizada por intermédio das variáveis físicas (STV e STF), químicas (DBO₅, DQO e PT), cujas metodologias referenciadas são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3: Parâmetros, métodos e referências utilizados.

PARÂMETROS	MÉTODO	REFERÊNCIA
DQO (mg/L)	Titulometria com digestão por refluxação fechada - dicromatometria	APHA <i>et al.</i> , 2005
DBO ₅ (mg/L)	Frascos padrões - Iodometria	
STV (mg/L)	Gravimétrico	
STF (mg/L)	Gravimétrico	
PT (mg/L)	Espectrofotométrico - Ácido Ascórbico	

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Nas tabelas 1 e 2, são apresentados os resultados médios das variáveis físicas e químicas nos pontos amostrados e a média geral do período de estudo:

Tabela 1: Valores médios das variáveis físicas e químicas na lagoa de Messejana, Fortaleza-CE no período de Agosto/06 a Maio/07 e média geral do período

Parâmetros	Período de amostragem da Lagoa de Messejana										Média
	ago/06	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	
DQO (mg/L)	71	71	114	58	21	83	51	59	76	81	69
DBO ₅ (mg/L)	52	45	64	26	10	48	22	28	38	38	37
STV (mg/L)	180	103	389	98	142	92	403	1844	74	69	340
STF (mg/L)	105	287	279	284	265	375	125	154	410	303	258
PT (mg/L)	0,158	0,143	0,248	0,110	0,236	0,175	0,159	0,175	0,200	0,312	0,192

Tabela 2: Resultados encontrados ao longo do período de estudo para a Lagoa de Sapiranga

Parâmetros	Período de amostragem da Lagoa de Sapiranga										Média
	ago/06	set/06	out/06	nov/06	dez/06	jan/07	fev/07	mar/07	abr/07	mai/07	
DQO (mg/L)	93	109	169	51	91	185	45	86	86	113	103
DBO ₅ (mg/L)	58	45	88	17	43	92	21	51	48	58	52
STV (mg/L)	58	217	438	362	478	698	119	1142	140	48	370
STF (mg/L)	350	273	1760	1711	1327	3190	343	732	205	372	1026
PT (mg/L)	0,917	1,040	1,222	1,003	1,353	1,116	0,459	0,670	0,264	0,173	0,822

A análise dos resultados permitiu fazer as seguintes considerações em relação à lagoa Sapiranga: De o modo geral, esse ecossistema costeiro apresentou elevados teores de matéria orgânica, especialmente no mês de outubro que (DBO₅ = 88 mg/L), o que pode estar associado ao período de estiagem e à evaporação. No mês de janeiro essa variável apresentou-se mais elevada ainda (DBO₅ = 92 mg/L), período coincidente com o início da quadra chuvosa, sugerindo a ocorrência de carreamento de compostos carbonáceos a partir da sua bacia de drenagem. Com o estabelecimento da quadra chuvosa a DBO₅ tendeu a diminuir, entretanto

manteve-se sempre acima (52 mg/L, em média) do limite legal (≤ 5 mg/L). Em relação à DQO, o maior valor foi obtido também em janeiro (185 mg/L), sendo este valor muito influenciado pelo teor de sólidos totais fixos (3191mg/L), arrastados, provavelmente pelo escoamento superficial e mantido sob revolvimento pela influência de maré. Neste mesmo mês o teor de sólidos totais voláteis (STV = 698 mg/L) corrobora o elevado teor de DBO₅. Embora que no mês de março tenha havido um pico de STV (1142 mg/L) esses valores não se refletiram no valor de DBO₅, indicando que essa maior carga não era biodegradável. Nesta lagoa, os teores médios de PT apresentaram-se muito elevados (0,822 mg/L), em quantidade pelo menos 4 vezes maior que o limite estabelecido para águas salobras (0,186 mg/L). foi observado ainda que o teor de fósforo foi reduzido em pelo menos 65% no período chuvoso, quando comparado ao período seco, evidenciando o efeito de diluição. Entretanto em nenhum momento o teor de fósforo atendeu ao padrão legal. A figura 3 mostra o aporte pontual exógeno de matéria orgânica na lagoa Sapiranga.



Fonte: LIAMAR/CEFET-CE

Figura 3: Lagoa da Sapiranga recebendo esgoto doméstico *in natura* e lixo na margem.

A lagoa de Messejana apresentou os teores máximos de DBO₅ (64 mg/L) e DQO (114 mg/L), no mês de outubro de 2006. Isto pode estar relacionado aos lançamentos pontuais e difusos de efluentes domésticos e de resíduos gerados em postos de gasolina localizados na área de entorno, agravado pela maior concentração decorrente do período seco. Quando estabelecida uma comparação entre os valores médios de DBO₅ e DQO nos períodos de estiagem e chuvoso, percebe-se uma considerável redução de valores dessas variáveis (39,45 % para DBO₅ e 28,48 % para DQO). Também nesta lagoa não houve atendimento ao padrão legal em nenhum momento, apresentando um teor médio de 37 mg/L, o que caracteriza aporte elevado e contínuo de material biodegradável. O maior valor de STV (1844 mg/L) foi obtido no mês de março, embora não tenha se refletido nos valores de DBO₅. Quanto aos teores de STF a média foi de 258 mg/L, caracterizando baixo arraste de solo a parte da bacia de drenagem. O teor médio de fósforo total nesta lagoa foi de 0,192 mg/L, também muito acima do padrão legal (pelo menos 6 vezes. Relacionando estes teores à sazonalidade, foi observado que no período de estiagem a média foi menor (0,178 mg/L), que no período de chuva (0,211 mg/L). Tal comportamento é muito influenciado pela falta de saneamento básico na área e pela diversidade de atividades desenvolvidas na área de entorno. A Figura 4 mostra a disposição irregular de resíduo sólido na margem da lagoa de Messejana.



Fonte: LIAMAR/CEFET-CE

Figura 4: Lagoa de Messejana em um de seus pontos de acesso à recreação com presença de sacos plásticos, isopor e vegetação indicativa de poluição.

5. CONCLUSÃO

A partir da análise dos resultados observa-se que a lagoa de Messejana absorve de forma mais homogênea os aportes de material biodegradável ou não, principalmente em função de suas características morfológicas, já que se trata de um ecossistema bem regular. Isto se reflete numa maior ciclagem do material aportado. Por outro lado, a lagoa Sapiranga, mais dendrítica, rasa e sujeita à influência de marés, apresenta menor capacidade de autodepuração.

Observa-se ainda que a falta de saneamento básico na área de influência e de ações preventivas, incluindo programas de educação ambiental, ações estas a serem estabelecidas sob rigoroso planejamento são a causa primordial do estado de degradação destes ecossistemas. E infelizmente esta situação se repete na maioria das lagoas de Fortaleza.

Ficou claro, por intermédio deste estudo, que embora estas lagoas apresente uma excelente performance de autodepuração, a situação de estresse constante em relação aos pulsos poluidores não permite ao corpo hídrico recuperar-se, já que sua capacidade de suporte está permanentemente sendo sobrecarregada.

Assim, conclui-se que a situação exige ações imediatas de disciplinamento do uso e ocupação do solo na área de entorno e desenvolvimento uma política ambiental integrada para recuperação desses importantes ecossistemas incluindo um trabalho firme e bem estruturado de educação ambiental junto aos usuários. Só assim será possível a melhoria da qualidade de vida da população e da utilização sustentada desses recursos naturais.

REFERÊNCIAS

- APHA/AWWA/WEF, **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20a. Ed. Washington, 1998.
- COGERH. **Plano de Gerenciamento das Águas das Bacias Metropolitanas**. Vol. 1.2001
- CONAMA. Resolução N°. 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências**.
- JACOBI, P. **Impactos sócio-ambientais urbanos na Região Metropolitana de São Paulo**. Revista VeraCidade-ano I, nº. 01- dez/2006.
- MOTA, Suetônio. **Preservação e Conservação dos Recursos Hídricos**. Fortaleza. Edições UFC, 1995 – 2ª edição.
- MOTA, Suetônio. **Planejamento urbano e preservação ambiental**. Fortaleza. Edições UFC, 1981
- POMPÊO, Marcelo Luiz Martins; Moschini-Carlos, Viviane. – **Macrófitas aquáticas e perifíton, aspectos ecológicos e metodológicos**. São Carlos: Rima, 2003.
- PORTO, M.F.A. **Aspectos Qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas**, 1991.
- ROLAND, Fábio; CESAR, Dionéia; MARINHO, Marcelo. **Lições de Limnologia**. São Carlos: Rima 2005.
- SAWYER, Clair; McCARTY, Perry; PARKIN, Gene. **Chemistry for Environmental Engineering**. 1994.
- SEMACE. **Projeto Executivo de Enquadramento dos Principais Sistemas Lacustres Costeiros da Rota Turística II do PRODETUR – CE**. Fortaleza: dez.2002.

SILVA, F.A. & ALEXANDRE, A. M. B. **Reservatórios da Região Metropolitana de Fortaleza – Influência dos Níveis Operacionais Sobre a Salinidade da Água e Correlações entre Parâmetros de Qualidade.** Revista Tecnologia 24. p. 57-67. Universidade de Fortaleza. Fortaleza, 2003.

VASCONCELOS et al. **Análise Ambiental e sócio – econômica dos sistemas lacustres litorâneos o município de Fortaleza,** 1995.

VON SPERLING, Marcos - **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos,** 1996.

AGRADECIMENTOS

À Prefeitura de Municipal de Fortaleza por intermédio da SEMAM e FUNDEMA pelo financiamento da pesquisa; ao LIAMAR/CEFETCE por nos proporcionar a estrutura adequada à realização do estudo; aos colegas que colaboraram na realização das coletas e análises laboratoriais.