

## **MICROBIOTA FÚNGICA DOS PRINCIPAIS ECOSSISTEMAS LACUSTRES URBANOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO COCÓ FORTALEZA-CE.**

**Marina RODRIGUES (1); Bemvindo GOMES (2)**

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, Rua General Clarindo de Queiroz, 27 - Centro,  
(85)32521076/(85)87839644, e-mail: [marinamelorodrigues@yahoo.com.br](mailto:marinamelorodrigues@yahoo.com.br)

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, e-mail: [bemvindo@cefetce.br](mailto:bemvindo@cefetce.br)

### **RESUMO**

A bacia do rio Cocó, uma das principais da cidade de Fortaleza-CE, sofre impactos que contribuem para o comprometimento da qualidade de suas águas, especialmente as das lagoas, devido à ocupação desordenada das áreas de influência e precário saneamento básico. Tais impactos influenciam as comunidades aquáticas, dentre elas os fungos, que atuam decompondo vários substratos, despontando como um possível bioindicador. Considerando a escassez em pesquisas sobre a diversidade fúngica nestes ambientes, este trabalho objetivou isolar a microbiota fúngica das principais lagoas da bacia do rio Cocó (Maraponga, Itaperaoba, Maria Vieira, Messejana, Sapiranga e Lago Jacaré), associando-a com os impactos a que estão submetidos. O isolamento foi realizado nos meios: Sabouraud Dextrose Agar, Potato Dextrose Agar acidificado e Czapek Solution Agar, adicionados de cloranfenicol, por plaqueamento em spread-plate, incubados a 28°C por 96h. Foram isoladas 33 cepas da lagoa da Maraponga 33 da Itaperaoba, 34 de Maria Vieira 48 de Messejana, 85 de Sapiranga e 70 do Lago Jacaré. Foi observado que, com exceção do Lago Jacaré, nas demais as cepas de fungos filamentosos (normalmente alóctones) superaram as de leveduriformes (normalmente autóctones), confirmado pelos elevados valores de DBO<sub>5</sub> (32,7+/-13,76 mg/L) e STV (103+/-30 mg/L); exigindo ações de controle e recuperação.

**Palavras-chave:** Microbiota fúngica, isolamento, lagoas urbanas, bacia do rio Cocó.

## **1. INTRODUÇÃO**

Em virtude da dinâmica de crescimento desordenado, as cidades brasileiras vêm sofrendo um acelerado processo de modificação na paisagem urbana. Esse processo, associado ao descumprimento das legislações urbanísticas e ambientais e à falta de fiscalização, tem contribuído para o desaparecimento e poluição de dos ecossistemas urbanos das grandes cidades. Tal como tem ocorrido com as lagoas urbanas de Fortaleza (SEMAM, 2006).

Esta grande metrópole é cortada por duas bacias principais: a do rio Maranguapinho e a do rio Cocó. Esta última se constitui numa das bacias mais significativas no conjunto das bacias metropolitanas do estado; entretanto, ao longo do seu percurso observam-se diversos tipos de degradação de origem antrópica nas áreas de preservação permanente, que comprometem tanto a manutenção da biota autóctone como os seus múltiplos usos (FERREIRA; FARIAS; SILVA, 2003).

Neste contexto, os microrganismos e, os fungos em especial, pela sua versatilidade metabólica são muito importantes para a depuração e ciclagem dos nutrientes nos ecossistemas aquáticos, pois atuam de forma efetiva no metabolismo destes, aumentando a palatabilidade de substratos orgânicos para organismo detritívoros e acumulando rapidamente nutrientes, que são gradualmente liberados para o ambiente. Alguns detêm a capacidade de remover ou degradar poluentes orgânicos, inorgânicos e recalcitrantes, agindo como depuradores da água (CRUSIS et al., 2004).

De um modo geral, os problemas ambientais, especificamente nas áreas de entorno de lagoas, são, em grande parte, resultantes de uma gestão mal conduzida ou ausente, considerando que a preocupação central dos órgãos ambientais competentes não é a prevenção, mas as tentativas infrutíferas de recuperação, por falta de conhecimento e planejamento urbano, além da ausência de um programa de educação ambiental para a população (BRANCO, 1978).

Considerando que os fungos são organismos essenciais para a manutenção do equilíbrio em ecossistemas aquáticos, a escassez em pesquisas sobre a sua diversidade e ainda que estes se diversificam e proliferam de acordo com os impactos que modificam as características das águas, este trabalho objetivou estudar a biodiversidade fúngica de ecossistemas lênticos pertencentes à bacia do Cocó, com ênfase nas suas relações com as características físicas e químicas e bacteriológicas da água, a fim de verificar o seu potencial como um bioindicador de poluição ambiental.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Bacia hidrográfica do rio Cocó**

A bacia hidrográfica do rio Cocó, localizada no estado do Ceará, drena uma área de aproximadamente 517km<sup>2</sup>, correspondendo 2/3 da área do município de Fortaleza. Ao longo do seu percurso observa-se diversos tipos de degradação de origem antrópica tais como: retirada de areia, retirada da mata ciliar, aterros e construções, destruição de mangue, disposição de lixo e esgotos (domiciliares e industriais), o lixão do Jangurussu, localizado à margem esquerda do rio contribuirá como uma das fontes pontuais mais significativas de comprometimento da qualidade das suas águas (FERREIRA; FARIAS; SILVA, 2003).

De acordo com o Plano Diretor de Drenagem, ela pode ser dividida em três grandes sub-bacias. A primeira, com uma área de 91,3 km<sup>2</sup> corresponde à parte superior do rio, controlada pelo açude do Gavião; a segunda engloba tanto a área a jusante do açude, drenada pelo próprio Cocó, como aquela drenada pelo riacho Lameirão com uma área de 230,2 km<sup>2</sup>; e a terceira compreendendo as áreas drenadas pelo rio Cocó e seu afluente rio Coaçu, com 195,7 km<sup>2</sup> (AUMEF, 1987).

Do ponto de vista geomorfológico, a sua área da bacia de drenagem pode ser dividida em quatro unidades geoambientais: Planície Litorânea, Planície Flúvio-Marinha, Planície Fluvial Inundável, Planície Fluvial Não Inundável e Superfície de Tabuleiros. O clima predominante na microrregião, de acordo com Köppen, é considerado como sendo tropical chuvoso, quente e úmido, com chuvas concentradas no verão e outono (PESSOA, 2002).

## **2.2. Ecossistemas estudados**

### **2.2.1 Lagoa da Maraponga:**

A extensão superficial do espelho d'água do sistema lacustre é de 26.226,96 m<sup>2</sup> e faz parte da sub-bacia B-3.4, sendo afluente do Rio Cocó. O adensamento populacional é baixo, apresentando áreas de ocupação rarefeita, com faixas de renda variando entre baixa e média. Dentre os problemas de saneamento básico, o mais importante é que a área não é dotada de rede pública de esgoto, o que contribui diretamente para a presença de entradas pontuais de esgoto *in natura*.

Nas APPs é possível observar aterramento e ocupação irregular, presença de macrófitas flutuantes e gramíneas, além de árvores de grande porte, criação de animais confinados, acúmulo de lixo, lançamento de esgoto, obstrução dos canais de drenagem,.

### **2.2.2 Lagoa de Itaperaoba:**

A lagoa fica localizada no Bairro da Serrinha na Região Centro-Sul de Fortaleza. Faz parte da sub-bacia B – 3.5 e é alimentada por águas pluviais e recebe quantidade considerável de esgoto proveniente de ligações clandestinas. A localização da Lagoa de Itaperaoba está envolvida por três equipamentos importantes da cidade, como o Aeroporto Internacional Pinto Martins, o estádio Castelão e a UECE. Possui uma dimensão calculada em média de 55,685m<sup>2</sup>.

O espelho d'água tem aproximadamente 55% do espaço da área de preservação. A área não é dotada de rede pública de esgoto. Ocorrem ocupações irregulares na área de preservação que se configuram como fontes pontuais de poluição no entorno da lagoa, além da descaracterização do espaço natural, provocado pela presença de aguapés na região oeste da lagoa. A ocupação do entorno ocorreu de forma irregular, de modo que o acesso ao manancial é muito difícil. Três quartos da lagoa é ocupada por quintais de residências.

### **2.2.3 Lagoa Maria Vieira:**

A lagoa está localizada na sub-bacia B-2 do Rio Cocó. É alimentada por um riacho que aflui a este reservatório através de bueiro sob a Av. Paulino Rocha, na altura do N° 215, confrontando com a Rua Zacarias de Frota, situada a leste. Atualmente esta lagoa encontra-se seccionado por uma via asfaltada.

No espelho d'água da lagoa pode-se observar, *in loco*, a presença de macrófitas aquáticas flutuantes e fixas, notadamente, o aguapé, vegetação que abunda em ambientes aquáticos eutrofizados. Na área de entorno pode-se observar ocupações irregulares, como floricultura, oficina e borracharia, além disso, há falta de operação e manutenção nos sistemas de drenagem.

### **2.2.4 Lagoa de Messejana:**

A extensão superficial do espelho líquido da lagoa é de 33,50 ha., quando referido a cota de 15 m, fazendo parte da sub-bacia B – 5.1, podendo sua cota ser elevada até 18 m, resultando no armazenamento temporário de um volume de 829.000 m<sup>3</sup>.

A lagoa é alimentada principalmente pelas águas pluviais de sua bacia de drenagem e pelo riacho Canaã. Sua área marginal é bastante plana, apresentando vegetação composta por árvores de grande porte e áreas com capim e vegetação rasteira. Sua vegetação aquática é formada por comunidades de plantas emersas e heliófitos com espécies anfíbias (VASCONCELOS et al., 1995).

As principais fontes de poluição e os impactos no entorno são as entradas pontuais de esgoto *in natura*, vegetação da área de entorno irregular, a falta de operação e manutenção nos sistemas de drenagem, acúmulo de lixo e ainda o fato da área não apresentar uma rede pública de esgoto.

### **2.2.5 Lagoa Sapiranga:**

A lagoa tem 218.887 m<sup>2</sup> de área superficial e faz parte da sub-bacia B – 5.6. Apresenta área de baixa densidade populacional, onde predominam as chácaras e sítios. Pode-se observar, *in loco*, que a área não é dotada de esgotamento sanitário, existindo a presença de entradas pontuais e difusas de esgoto *in natura*, a área de entorno não é atendida por sistema de drenagem e possui um acentuado acúmulo de lixo, outro fator que contribui a depreciação da qualidade da água deste ecossistema é o aporte de matéria orgânica advinda de criadouros de animais confinados na região de entorno. O espelho d'água da lagoa apresenta presença de macrófitas aquáticas flutuantes e fixas, que dificulta as atividades biológicas do meio.

### **2.2.6 Lago Jacareí:**

A extensão superficial do seu espelho d'água é de 12.336,46 m<sup>2</sup> e faz parte da sub-bacia B – 5.3, sendo afluente do Rio Cocó. A área não é dotada de rede pública de esgoto. É possível observar no local a ausência de vegetação ciliar, a não ser árvores de grande porte, com a sua área de entorno completamente impermeabilizada, além da ausência de um sistema de esgotamento sanitário, com lançamento clandestino de efluentes na lagoa através das galerias pluviais, e ainda elevado assoreamento e acúmulo de lixo no entorno.

### **2.3. O problema de poluição das águas**

Nas últimas décadas, os ecossistemas aquáticos têm sido alterados de maneira significativa em função de múltiplos impactos ambientais advindos de atividades antrópicas. Como consequência tem-se observado uma queda da qualidade da água e perda de biodiversidade aquática, em função da desestruturação do ambiente físico, químico e alteração da dinâmica natural das comunidades biológicas (GOULART; CALLISTO, 2003).

A formação de grandes conglomerados urbanos e industriais, com crescente necessidade de água para o abastecimento, além de irrigação e lazer, faz com que hoje, a quase totalidade das atividades humanas seja cada vez mais dependente da disponibilidade das águas continentais. Além disso, nestas regiões, grande parte dos efluentes é lançada diretamente nos corpos d'água, reduzindo ainda mais a possibilidade de utilização dos recursos hídricos. A origem dos impactos antrópicos nos ecossistemas aquáticos, em geral, ocorre nas suas bacias hidrográficas. (ESTEVES, 1998).

A biota aquática está constantemente exposta a uma infinidade de substâncias tóxicas, essas substâncias são capazes de interagir como o organismo causando múltiplas alterações que podem gerar graves consequências, dependendo do grau de contaminação e do tempo de exposição (ARIAS; VIANA; INÁCIO, 2004).

### **2.4. Considerações gerais sobre fungos**

Os organismos do reino Fungi são eucarióticos, heterotróficos e desprovidos de clorofila. podem apresentar sua soma na forma de duas unidades morfológicas básicas: a leveduriforme e a hifal. No caso dos leveduriformes, têm-se células únicas, delimitadas e pequenas, ao contrário das hifas que são células extremamente polarizadas, na forma de tubos que, continuamente, estendem-se em suas extremidades. Tais estruturas podem ser vistas a olho nu, quando ocorrem em conjunto, em diversos substratos (LEITE; ESPOSITO *et al.*, 2004).

A variedade e a quantidade de espécies fúngicas que são encontradas em determinado meio aquático dependem diretamente do tipo de substrato gerado pelos produtores primários, bem como da carga iônica, do potencial osmótico e redox da água (ESPOSITO; AZEVEDO, 2004).

### **2.5. Fungos como decompositores no metabolismo aquático**

Na cadeia alimentar, os fungos ocupam a posição de decompositores, tendo, portanto, um papel muito importante na manutenção do equilíbrio ambiental. Esses organismos se nutrem por absorção, entretanto são capazes de produzir enzimas extracelulares o que os torna aptos a utilizar como fonte de carbono e energia uma ampla gama de substratos (SILVA; ESPOSITO *et al.*, 2004).

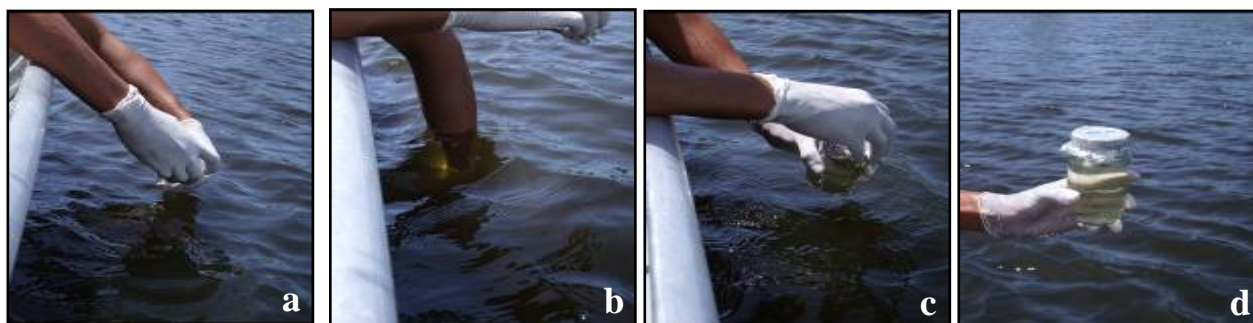
No ambiente aquático, os fungos promovem o aumento da palatabilidade dos substratos orgânicos para organismos detritívoros e acumulam rapidamente nutrientes, que são gradualmente liberados para o ambiente. Alguns detêm a capacidade de remover ou degradar poluentes orgânicos, inorgânicos e recalcitrantes, agindo como depuradores da água (CRUSIS *et al.*, 2004).

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Técnicas e período de amostragem, acondicionamento e transporte de amostras:**

As coletas foram realizadas de janeiro a março de 2008 com frequência mensal. Foram selecionados três pontos de coleta para as lagoas (entrada do tributário principal – P1, centro – P2 e sangradouro – P3), objetivando conhecer a influência da contaminação nas margens e seu alcance ao centro. As amostras foram coletadas superficialmente entre 30 e 50 cm de profundidade, com frascos estéreis com capacidade de 300

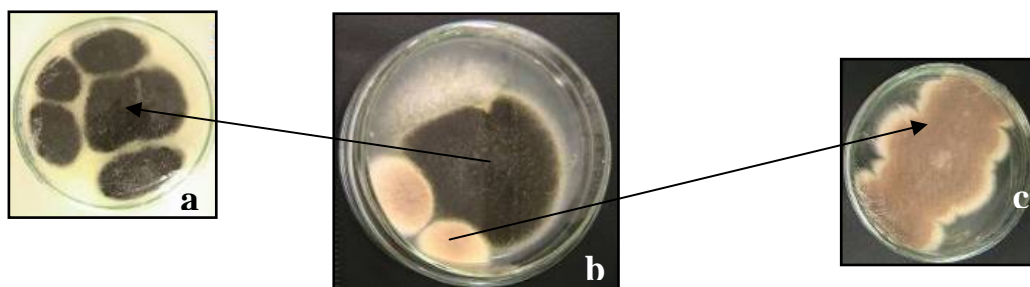
mL (parâmetros bacteriológicos e isolamento da microbiota fúngica) (Figura 1) e em baldes de polietileno, com capacidade de 2L descontaminados com HCl (demais parâmetros), numa isóbata mínima de 1m de profundidade, e acondicionadas em caixas isotérmicas até sua chegada em laboratório para processamento.



**Figura 1 – Sequência operacional para coleta de água para isolamento de fungos de ecossistemas aquáticos: a. retirada da tampa, b. imersão do frasco para coleta, c. reposição da tampa, d. identificação do frasco**

### 3.2 Técnicas para isolamento da microbiota fúngica:

O isolamento foi realizado pelo método spread-plate segundo APHA *et al.* (2005), em três meios de cultura: Sabouraud Dextrose Agar (SDA), Potato Dextrose Agar (PDA) acidificado a pH=3,5 e Czapek Solution Agar (CSA), em duplicata, e incubados à 28°C por 96h, todos adicionados do antibiótico cloranfenicol na proporção de 0,05mg/L, para inibir o crescimento bacteriano (Figura 2).



**Figura 2 – Exemplo de purificação de cepas fúngicas da lagoa da Maria Vieira no ponto 2 em meio SDA: a. cultura axênica 1, b. cultura mista, c. cultura axênica 2.**

### 3.3 Parâmetros físicos, químicos e microbiológicos analisados e metodologia analíticas:

Foram selecionados os parâmetros: pH, sólidos totais voláteis (STV), demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO<sub>5</sub>), nitrogênio total Kjeldahl (NTK), fósforo total (PT), clorofila “a”, coliformes termotolerantes (CTT) e *Escherichia coli* (*E. coli*). As análises foram realizadas segundo APHA *et al.* (2005). A diversidade de fungos filamentosos e leveduriformes encontrada nos ecossistemas estudados foi comparada com as características físicas, químicas e microbiológicas de suas águas.

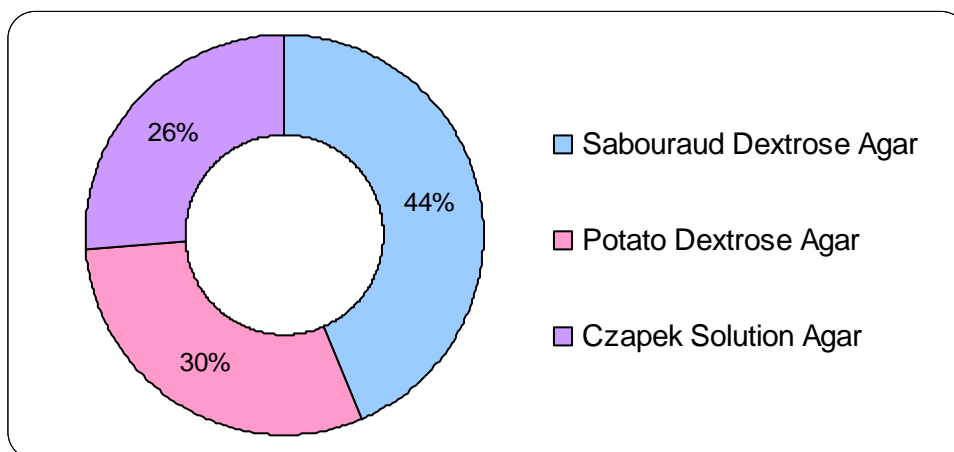
## 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Ao longo do período de amostragem foram isoladas 303 cepas de fungos, sendo 184 filamentosas e 119 leveduriformes, distribuídas nos diversos pontos de amostragem (Tabela 1).

**Tabela 1 – Distribuição das cepas de fungos isolados por ponto de amostragem**

LAGOA	PONTO DE COLETA	CEPAS FÚNGICAS ISOLADAS
Maraponga	Entrada do Tributário Principal	13
	Centro	10
	Sangradouro	10
	<b>Total</b>	<b>33</b>
Maria Vieira	Entrada do Tributário Principal	18
	Centro	6
	Sangradouro	10
	<b>Total</b>	<b>34</b>
Itaperaoba	Entrada do Tributário Principal	13
	Centro	8
	Sangradouro	12
	<b>Total</b>	<b>33</b>
Messejana	Entrada Lagoa Seca	17
	Centro	14
	Entrada Riacho Canaã	17
	<b>Total</b>	<b>48</b>
Sapiranga	Entrada do Tributário Principal	36
	Centro	29
	Sangradouro	20
	<b>Total</b>	<b>85</b>
Lago Jacareí	Entrada do Tributário Principal	25
	Centro	24
	Sangradouro	21
	<b>Total</b>	<b>70</b>

Dos meios utilizados no isolamento da microbiota fúngica, o meio SDA apresentou melhor desempenho na recuperação de espécies do meio aquático na maioria das lagoas, sobressaindo-se, em seguida, o meio PDA e o meio CSA foi o que apresentou menor taxa de recuperação de espécies (Figura 3).



**Figura 3 – Percentual de recuperação de espécies por meio de cultura**

Foi observado que em todas as lagoas o número de cepas de fungos filamentosos superou o de fungos leveduriformes, com exceção do lago Jacareí, (45 fungos leveduriformes e 25 filamentosos). Este desequilíbrio na maior parte das lagoas pode estar associado à menor resistência das leveduras aos impactos a que estes ecossistemas estão submetidos e ao maior aporte de geofungos a partir da bacia de drenagem.

Todos os ecossistemas estudados apresentaram relativa diversidade fúngica, sendo a lagoa Sapiranga a que apresentou maior variedade, isso pode estar relacionado ao maior nível de eutrofização deste ecossistema, o que é comprovado pelo alto teor de nutrientes, clorofila “a”, matéria orgânica e elevado pH, além de apresentar o maior nível de contaminação de origem fecal (Tabela 2).

**Tabela 2 – Valores médios de variáveis físicas, químicas e microbiológicas nas principais lagoas da bacia do rio Cocó no período de novembro/07 a março/08**

Parâmetros	Valores Médios de Parâmetros Físicos, Químicos, Bacteriológicos e Contagem de Fungos Filamentosos e Leveduriformes					
	Maraponga	Itaperaoba	Maria Vieira	Messejana	Sapiranga	Lago Jacareí
pH	7,82	7,49	8,47	7,25	9,04	8,70
STV (mg/L)	90	105	155	76	59	119
DQO (mg/L)	99,2	51,6	55,9	59,9	144,6	100,6
DBO (mg/L)	60,5	23,6	27,0	29,6	39,4	24,4
NTK (mg/L)	2,243	0,696	5,269	1,638	4,475	3,655
PT (mg/L)	0,440	0,430	0,711	0,393	1,034	0,379
Clorofila “a” (ug/L)	48,68	17,29	33,34	22,70	331,87	283,43
CTT (NMP/100mL)	2733	2467	5133	2267	25.800	4339
<i>E.coli</i> (NMP/100mL)	2100	680	4133	2067	25.400	5667
Fungos filamentosos	32	22	28	30	47	25
Fungos leveduriformes	01	11	06	18	38	45

Os resultados mostraram que na maioria dos ecossistemas ocorre elevada concentração biomassa fitoplanctônica representada pelo teor de clorofila “a”, consequência do avanço da eutrofização. Esse enriquecimento nutricional de caráter exógeno das lagoas se deve principalmente às elevadas concentrações de macronutrientes, especialmente fósforo total (entre 0,379 e 1,034 mg/L) e nitrogênio total (entre 0,696 e 5,269 mg/L), advindos das intensas atividades antrópicas verificadas no entorno das lagoas. Os pHs médios de todas as lagoas situaram-se na faixa alcalina, também característicos de ecossistemas eutrofizados.

Os elevados teores de matéria oxidável refletida nas concentrações DQO (51,6 e 144,6 mg/L), das quais, entre 41,8 e 45,7% são biodegradáveis (DBO<sub>5</sub> variando entre 23,6 e 60,5mg/L), confirmados pelos valores de STV (entre 59 e 155 mg/L), mostram o grande aporte exógeno a partir de fontes pontuais e difusas de esgotos, especialmente de origem doméstica.

## 5. CONCLUSÃO

A análise integrada dos dados nos permitiu concluir que a qualidade da água destes ecossistemas está demasiadamente comprometida devido ao aporte pontual e difuso de esgotos com predominância de efluentes domésticos. Estes impactos se refletiram na natureza da microbiota fúngica isolada da maioria dos ecossistemas estudados, na qual os fungos filamentosos, que são resistentes aos pulsos poluidores, foram mais abundantes que os leveduriformes, que são mais sensíveis a estes impactos. Estes resultados demonstram que a diversidade fúngica destes ecossistemas tem grande potencial como bioindicadores dos impactos, requerendo a continuidade dos estudos para compreender melhor estas relações.

## 6. REFERÊNCIAS

APHA/AWWA/WEF, **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21a. Ed. Washington, 2005.

ARIAS, A. R. L.; VIANA, T. A. P.; INÁCIO, A. F. **Utilização de Bioindicadores como ferramentas de monitoramento e avaliação ambiental: o caso de recursos hídricos**. In: 1º CONGRESSO ACADÊMICO SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO DO RIO DE JANEIRO, 2004.

AUMEF, 1987 apud PESSOA, Elano Vieira. **Estudo do “standing-crop” da água do estuário do Rio Cocó (Ceará-Brasil), como indicador das modificações físico-químicas do meio**. 2002. 142 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Estudo do “Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

BRANCO, Samuel Murgel. **Hidrobiologia aplicada à engenharia sanitária**. 2ª ed. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.

CRUSIS, I. H. S.; AMORIM, C. L.; ZOTTARELLI, P. & MILANEZ, A. I. Amostragem em Limnologia: Os fungos aquáticos. In: BICUDO, C. E. de M.; BICUDO, D. de C. Amostragem em Limnologia. São Carlos: Editora RiMa, 2004. p. 179-191.

ESPOSITO, Elisa; AZEVEDO, João Lúcio de *et al.* **Fungos: Uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. 1ª ed. Caxias do Sul: Educs, 2004.

ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos em Limnologia**. 2. ed. - Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

FERREIRA, R. L. U. C.; FARIAS, M. K.; SILVA, F. J. A. **Prospecto recente da degradação do principal corpo hídrico da região metropolitana de Fortaleza, Ceará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 22, 2003, Joinville.

GOULART, M.; CALLISTO, M., 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista da Faculdade de Pará de Minas (FAPAM), n. 1, 2003. p.153-164.

LEITE, Clarice Loguercio; ESPOSITO, Elisa. Fungos: Estrutura e ultra-estrutura. In: ESPOSITO, Elisa; AZEVEDO, João Lúcio. **Fungos: Uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. 1 ed. Caxias do Sul: Educs, 2004. p. 15-44.

PESSOA, Elano Vieira. **standing-crop” da água do estuário do Rio Cocó (Ceará-Brasil), como indicador das modificações físico-químicas do meio**. 2002. 142 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

SILVA, Manuela da; ESPOSITO, Elisa. O papel dos fungos na recuperação ambiental. In: ESPOSITO, Elisa; AZEVEDO, João Lúcio. **Fungos: Uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. 1 ed. Caxias do Sul: Educs, 2004. p. 337-375.

VASCONCELOS, F.P.; CORIOLANO, L.M.N.T.; SOUZA, M.J.N. **Análise ambiental e sócio econômica dos sistemas lacustres litorêneos do município de Fortaleza (Ceará – Brasil)**. São Paulo; 1995.