

DIVERSIDADE FÚNGICA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE DUAS INDÚSTRIAS (PAPEL & CELULOSE E TÊXTIL) DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA-CE

L.K.V. Lacerda

Curso Superior de Tecnologia Ambiental - CEFET-CE
Rua 860 – Casa 151A – 3ª Etapa – Conjunto Ceará – CEP 60.532-400 – Fortaleza-CE
E-mail: lorainnekaren@yahoo.com.br

R.B.Gomes

Gerência de Química e Meio Ambiente do CEFET-CE – Coordenador do LIAMAR/CEFETCE
Rua Pergentino Maia 1500 – Casa 213 – Messejana – CEP 60.840-040 – Fortaleza-CE
E-mail: bemvindo@cefetce.br

G. M. M. S. Sampaio

Gerência de Química e Meio Ambiente do CEFET-CE – Diretora de Pesquisa e Pós-Graduação do CEFETCE
Rua 73, Nº 71 – José Walter – CEP 60.751-000 – Fortaleza-CE
E-mail: gloriamarinho@cefetce.br

RESUMO

Diante da crescente contribuição das águas residuárias industriais para a degradação da qualidade das águas dos mananciais, cada vez mais se tornam necessárias tecnologias avançadas de tratamento destes efluentes, destacando-se os tratamentos biológicos com fungos, em especial pela habilidade de crescerem em condições adversas. Considerando a importância destes microrganismos em processos de biotratamento o presente trabalho objetivou isolar e identificar a microbiota fúngica presente em amostras de águas residuárias de duas indústrias (papel & celulose e têxtil) localizadas na região metropolitana de Fortaleza-CE com a finalidade de testar, posteriormente, seu potencial biodegradador nestes efluentes. O isolamento seguiu diretrizes de Apha *et al.* (1998) consistindo de plaqueamento em spread-plate, seguido de crescimento em meio líquido, e novo plaqueamento para avaliação preliminar das características morfológicas. As colônias isoladas foram preparadas para identificação final por microscopia eletrônica de varredura, de acordo com Kitajima (1997). Foram isolados fungos filamentosos com colônias pulverulentas, algodonosas e aveludadas. Os fungos filamentosos do gênero *Penicilium*, foram encontrados em quatro das seis unidades integrantes do sistema de tratamento de água residuária da indústria de papel & celulose e os do gênero *Aspergillus*, em águas residuárias de papel & celulose e têxtil. Os fungos leveduriformes foram encontrados em todas as unidades de ambos os sistemas. Os resultados mostraram que os sistemas biológicos de tratamento de águas residuárias das indústrias analisadas apresentam uma rica microbiota fúngica que merece ser investigada e avaliada em seu potencial biodegradador.

PALAVRAS-CHAVE: Águas residuárias, Tratamentos biológicos, Biotratamento, Microbiota fúngica.

1. INTRODUÇÃO

O aumento populacional nas grandes cidades tem gerado quantidades exageradas de resíduos líquidos e sólidos, que quando não gerenciados por sistemas eficazes podem prejudicar a biota local e o próprio homem, acarretando assim, os fenômenos de contaminação ambiental. A atividade industrial é uma das que mais contribui para este fato, visto que as maiorias dos processos industriais utilizam grandes volumes de água, levando, conseqüentemente, à produção de rejeitos líquidos contendo espécies tóxicas ou de difícil degradação.

As indústrias de papel & celulose e têxtil representam hoje um setor de extrema importância econômica no desenvolvimento de uma região, entretanto, quanto à questão ambiental, devido ao tipo de efluente produzido, afetam diretamente os corpos aquáticos quando lançados "in natura". Embora a modificação de processos tenha contribuído para a diminuição do volume de efluentes, o impacto ambiental, causado por essas descargas líquidas, continuam sendo um problema de caráter grave (Teubner e Arrieta, 1998).

Na indústria de papel & celulose, o processo de polpação predominante no mundo, processo Kraft, é responsável pela geração de efluentes com alta demanda bioquímica de oxigênio e elevados teores de turbidez, cor e sólidos suspensos, além de baixas concentrações de oxigênio dissolvido (Araújo et al., 1991), podendo desta forma, acarretar alterações adversas no corpo aquático receptor quando lançados sem tratamento adequado.

Segundo Carliell et al. (1998), os efluentes têxteis são altamente coloridos devido aos corantes que não aderem às fibras nas operações de acabamento, cuja eficiência de fixação varia com a classe do corante utilizado. Os corantes são fabricados para resistirem ao tempo e exposição à luz, água e sabão, além de que geralmente são adicionados agentes bactericidas e fungicidas, para tornar as fibras mais resistentes à degradação biológica (O'Neill et al., 1999).

A grande diversidade e complexidade destas águas residuárias industriais, aliadas as exigências legais, demandando tratamentos eficientes dos efluentes, têm levado ao desenvolvimento de novas tecnologias que buscam o tratamento melhor e mais adequado, considerando custos, tempo e eficiência dos processos existentes na reciclagem e eliminação de toxicidade (Bumpus e Aust (1986); Semple e Femor (1995)).

Diante da adoção de uma gestão sustentável dessas empresas, a utilização de microrganismos na preservação e recuperação dos ecossistemas que sofreram, e continuam sofrendo as conseqüências das atividades antrópicas, constitui um instrumento da biotecnologia de inestimável valor. Neste contexto, o biotratamento com fungos vem sendo muito utilizado, pois eles são importantes decompositores que desempenham papéis fundamentais nos ciclos do carbono, do nitrogênio e de outros nutrientes presentes na biosfera (Griffin, 1994). São capazes de produzir diversos compostos enzimáticos que atuam sobre certos poluentes, tornando-os susceptíveis à biodegradação. São extremamente resistentes às variações de pH, oxigênio e temperatura e sobrevivem nas condições mais diversas.

Considerando a importância destes organismos em processos de biotratamento o presente trabalho objetivou isolar e identificar a microbiota fúngica presente em amostras de águas residuárias de duas indústrias (papel & celulose e têxtil) localizadas na região metropolitana de Fortaleza-CE com a finalidade de testar, posteriormente, seu potencial biodegradador nestes efluentes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

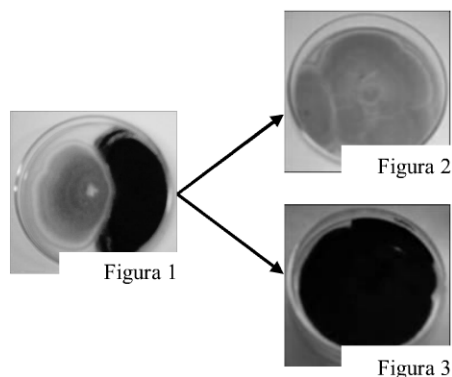
A microbiota fúngica estudada foi isolada de amostras compostas, coletadas adequadamente em cada uma das diversas unidades do sistema de tratamento de águas residuárias (tanque de equalização, saída do tanque físico-químico, lagoa de aeração, lodo de recirculação, saída do decantador secundário e efluente final) de uma

indústria de papel & celulose localizada em Pacajus/CE, no período de agosto a novembro de 2005 e nos meses de maio e junho de 2006; e de amostras compostas coletadas, nos meses de setembro e outubro de 2005 e maio e junho de 2006, em uma indústria têxtil, localizada em Maracanaú/CE provenientes da água residuária bruta e da saída do tanque de equalização (efluente pré-tratado) após passar por um sistema de tratamento preliminar para a remoção de sólidos grosseiros.

As amostras após acondicionamento em caixas isotérmicas (4-10°C) foram transportadas ao LIAMAR/CEFETCE para isolamento, conforme orientações de Apha *et al.* (1998).

Para o isolamento da microbiota fúngica foi utilizado o plaqueamento em meio Sabouraud (DIFCO®) com incubação em temperatura ambiente (no caso de fungos filamentosos) e em meio BDA (DIFCO®) a 20°C (no caso de fungos leveduriformes) por 3 a 5 dias. O isolamento foi realizado da seguinte maneira:

- Plaqueamento direto por spread-plate;
- Identificação visual de colônias típicas de fungos filamentosos e leveduriformes e transferência para o meio Sabouraud líquido e Extrato de Malte líquido, respectivamente;
- Repicagem em duas etapas:
 - 1 - cultivo de fungos filamentosos em placas e em lâminas visando à avaliação das características morfológicas, e identificação preliminar por microscopia (em nível de gênero);
 - 2 - cultivo das cepas em ágar inclinado Sabouraud (fungos filamentosos) e BDA (fungos leveduriformes) para conservação sob refrigeração em óleo mineral;



Colônias de fungos filamentosos em placas de petri com meio Sabouraud antes de serem isoladas (Figura 1) e após processo de isolamento (Figuras 2 e 3) presente na águas residuárias da indústria de papel & celulose.

A identificação (em nível de gênero) de algumas colônias de fungos filamentosos ocorreu pela avaliação das características morfológicas, observadas ao microscópio eletrônico de varredura, localizado na EMBRAPA Agroindústria Tropical. Pequenos pedaços de ágar com crescimento fúngico foram submetidos ao processamento para microscopia eletrônica, de acordo com Kitajima (1997). Para tanto as amostras foram pré-fixadas em solução de Karnovski modificado (Glutaraldeído 25%, Paraformaldeído P.A. e Tampão Cacodilato 0,05M em água destilada, pH 8); lavadas com solução tampão Cacodilato 0,05M por 3 vezes, por 10 minutos cada; fixadas em tetróxido de ósmio (ou ácido ósmico) por 1 hora; submetidas ao mordente ácido tânico por 30 minutos; fixadas novamente em tetróxido de ósmio por mais 1 hora; desidratadas em série acetônica crescente (30, 50, 70, 90 e 100%) permanecendo cerca de 10 minutos cada uma; secas em aparelho de secagem ao ponto crítico (EMITECH K850), cobertas com ouro em aparelho metalizador (EMITECH K650) e observadas ao microscópio eletrônico de varredura (ZEISS - DSM 940 A), sob voltagem de 15KW.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- A partir das amostragens e processamento foi possível isolar das águas residuárias das indústrias têxtil e de papel & celulose fungos filamentosos com colônias pulverulentas, algodonosas e aveludadas, respectivamente;

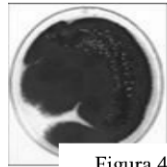


Figura 4

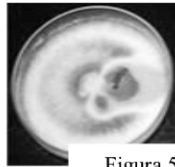


Figura 5

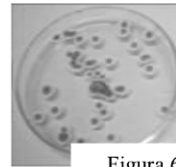


Figura 6

Colônias de fungos filamentosos encontrados na água residuária bruta (Figura 4) e na saída do tanque de equalização (Figura 5) da indústria têxtil e na saída do decantador secundário (Figura 6) da indústria de papel & celulose.

- Da variedade de colônias de fungos filamentosos isoladas destacaram-se aquelas caracterizadas pela cor do esporo: preto (lodo de recirculação), marrom (lodo de recirculação), verde (lagoa de aeração) e cinza (água residuária bruta), respectivamente;



Figura 7

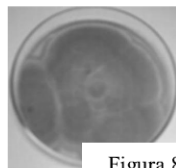


Figura 8

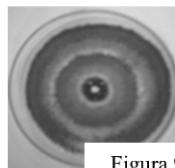


Figura 9

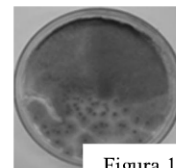


Figura 10

Colônias de fungos filamentosos encontrados nas águas residuárias da indústria de papel & celulose (Figuras 7, 8 e 9) e têxtil (Figura 10).

- Os fungos filamentosos do gênero *Penicillium* foram encontrados em quatro das seis unidades integrantes do sistema de tratamento de água residuária da indústria de papel & celulose (tanque de equalização, saída do tanque físico-químico, lagoa de aeração e efluente final);

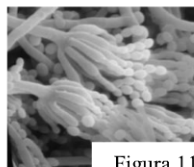


Figura 11



Figura 12

Eletromicrografias de fungos filamentosos do gênero *Penicillium* (Figuras 11 e 12).

- Os fungos filamentosos do gênero *Aspergillus* foram encontrados em águas residuárias das indústrias de papel & celulose (efluente final) e têxtil (água residuária bruta), respectivamente;

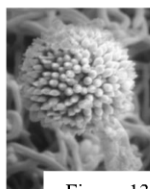


Figura 13

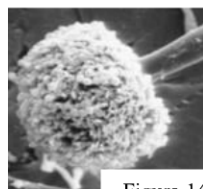


Figura 14

Eletromicrografias de fungos filamentosos do gênero *Aspergillus* (Figuras 13 e 14).

- Os fungos leveduriformes foram encontrados em todas as unidades do sistema de tratamento de ambos os sistemas estudados, sendo caracterizados por apresentarem colônias lisas ou rugosas que se diferenciaram, em geral, pela opacidade ou transparência ou ainda pelas diferentes colorações das colônias: brancas, amarelas, pardas e marrons;



Figura 15

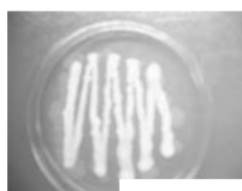


Figura 16

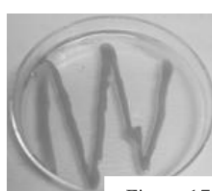


Figura 17

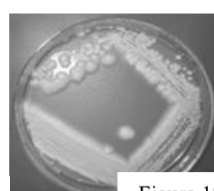


Figura 18

Colônias de fungos leveduriformes encontradas nas águas residuárias da indústria de papel & celulose (Figuras 15, 16 e 17) e têxtil (Figura 18).

- As unidades dos sistemas de tratamento que apresentaram maior diversidade fúngica foram: a lagoa de aeração (papel & celulose) e saída do tanque de equalização (têxtil), por apresentar melhores condições de desenvolvimento, especialmente pela maior disponibilidade de oxigênio e nutrientes;

4. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que os sistemas biológicos de tratamento de águas residuárias das indústrias de papel & celulose e têxtil apresentam uma rica microbiota fúngica autóctone que, embora não sendo considerada, se potencializada, poderá ter um papel importante no tratamento destes efluentes pelo fato de já estar adaptada, merecendo ser melhor investigada e avaliada em seu potencial biodegradador.

Este estudo mais detalhado se constituirá nas próximas fases de desenvolvimento deste projeto, nas quais serão feitos testes de biodegradação de compostos recalcitrantes presentes nos efluentes oriundos destas indústrias utilizando a microbiota fúngica autóctone isolada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Apha *et al.* **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20th ed 1998.

Araújo, R. P.; Bertolotti, E.; Ramos, M. L. C.; Gherardi-goldstein, E.; Martins, M. H. B. **Cien. and Cult.** 43: 299 - 304 (1991).

Bumpus, J. A.; Aust, S. D. **Bioassay**. 1986, 6, 170.

Carliell, C. M.; Barclay, J. S.; Shaw, C.; Wheatley, A. D.; Buckley, C. A. **The effect of salts used in textile dyeing on microbial decolourisation of a reactive azo dye**. *Environmental Technology*, v.19, p. 1133-1137, 1998.

Griffin, D. H. **Fungal Physiology**. Wiley-Liss, New York, 2nd ed. 1994.

Kitajima, E.W. **Curso Introdutório de Microscopia Eletrônica de Varredura**. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luís de Queiroz", Núcleo de Apoio à Pesquisa Agropecuária (NAP/MEPA), 1997, 37 p.

O'Neill, C.; Hawkes, F. R.; Hawkes, D. L.; Lourenço, N. D.; Pinheiro, H. M.; Delee, W. **Colour in textile effluents - sources, measurements, discharge consents and simulation: a review**. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, v.74, p. 1009-1018, 1999.

Semple, K. T.; Femor, T. R. **Proceedings of the 14th International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi**. 1995, 17, 917.

Teubner, D.; Arrieta, I. **Inv. Téc. Papel**. 136: 372 - 386 (1998).