



REMOÇÃO DO CORANTE PRETO PIRAZOL POR *Pseudomonas aeruginosa*

Ana Patrícia Alves BARBOSA ^{(1)*}; Amanda Laís do Nascimento GONDIM ⁽¹⁾,
Mabel Calina de França PAZ ⁽²⁾

(1) Alunas do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental – CEFET-CE. * Rua C, 85. Conjunto Jardim Primavera -
Parque Dois Irmãos Fortaleza-CE. E-mail: ana_patti@yahoo.com.br; amandalais_ng@hotmail.com

(2) Bióloga/Doutora em Microbiologia E-mail: mabel@cefetce.br

RESUMO

Nas últimas décadas os corantes têxteis encontrados nos efluentes industriais é uma preocupação ecológica emergente, pois, são altamente tóxicos e geralmente não biodegradáveis. Os riscos toxicológicos e ecológicos dessas substâncias são baseados na avaliação que envolve o grau de estrutura, solubilidade, possíveis interações, rota metabólica e avaliação da relação risco/custo/benefício. Sabendo que, para o tratamento de efluentes, as operações realizadas e a tecnologia aplicada são fatores que determinam a qualidade e quantidade do efluente. No processo biológico o sistema de lodo ativado é o mais utilizado. Este apresenta uma eficiência de aproximadamente 80% na remoção de corantes, contudo é bastante susceptível à composição do efluente. Assim, a busca constante pela minimização de resíduos gerados através de tecnologias “limpas”, revela alguns estudos de biorremediação com microrganismos capazes de degradar, de maneira eficiente um maior número de poluentes a um baixo custo operacional. A utilização de bactérias, como a *Pseudomonas* sp tem sido importante na degradação de azo corante, pois além de possuírem enzimas chamadas azoredutases, as quais são catalizadas na presença de oxigênio, apresentam metabolismo bastante diversificado. Portanto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a remoção de corantes têxteis sintéticos presentes num efluente industrial; baseado na habilidade da *Pseudomonas aeruginosa* em metabolizar e descolorir os efluentes. O microrganismo utilizado para o estudo foi a *Pseudomonas aeruginosa*, isolada de um efluente industrial, foi cultivado em meio (Caldo Nutriente - DIFCO®) e incubados a 35°C por 24-48h, que se encontra identificada e depositada no Banco de Culturas do LIAMAR/CEFETCE. Após o crescimento, as culturas passaram pelos testes de remoção da cor através da análise da DQO (APHA *et al.*, 1998), avaliação da produção de proteínas totais (LABTEST®), produção de biopolímeros e posteriormente serão realizadas análises de HPLC; o corante têxtil utilizado é o Preto Pirazol gentilmente doado por uma indústria têxtil. Os resultados apontam que no tempo de 24 horas de tratamento com a bactéria *P. aeruginosa* houve uma remoção de cor de cerca de 45%. Este fato evidencia a habilidade do microrganismo de realizar a clivagem reductiva nas ligações azo dos compostos.

Palavras-chave: Efluentes Têxteis, *Pseudomonas aeruginosa*, corante preto Pirazol.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o desordenado crescimento populacional e o rápido desenvolvimento industrial desencadearam problemas ambientais têm atingido dimensões catastróficas. A contaminação de águas naturais tem sido um dos grandes problemas da sociedade moderna. A economia de água em processos produtivos vem ganhando especial atenção devido ao valor agregado que tem sido atribuído a este bem, através de princípios como consumidor pagador e poluidor pagador, recentemente incorporados em nossa legislação (KUNZ, 2002).

Os efluentes têxteis caracterizam-se por serem altamente coloridos, devido à presença de corantes que não se fixaram à fibra durante o processo de tingimento (O'NEILL *et al.*, 1999). Assim, uma vez que os tratamentos primários e secundários de águas industriais não eliminam completamente os riscos infecciosos e tóxicos, após estes tratamentos, substâncias tóxicas, recalcitrantes e microrganismos patogênicos ainda são encontrados nos efluentes tratados.

A poluição de corpos d'água com estes compostos provocam, além da poluição visual, alterações em ciclos biológicos afetando principalmente processos de fotossíntese. Além deste fato, estudos têm mostrado que algumas classes de corantes, principalmente azo corantes, e seus subprodutos, podem ser carcinogênicos e/ou mutagênicos (KUNZ, 2002; BROWN, 1993).

Devido a estas implicações ambientais, novas tecnologias têm sido buscadas para a degradação ou imobilização destes compostos em efluentes têxteis. Alguns estudos têm sido realizados explorando a capacidade de microrganismos em degradar e mineralizar os corantes. A utilização de bactérias, como *Pseudomonas sp* (KUNZ, 2002; SAIRNAK, 1999) tem sido reportadas na degradação de corantes. Estes microrganismos são particularmente úteis para degradação de azo corantes, pois tem a capacidade de realizar a clivagem reductiva nas ligações azo deste tipo de composto, fato este que geralmente está associado a enzima azoredutase.

Portanto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar a remoção de corantes têxteis sintéticos; baseado na habilidade da *Pseudomonas aeruginosa* em metabolizar estes compostos. Avaliar o perfil produtor de surfactantes, proteínas totais do microrganismo sob diferentes condições de cultivo. Caracterizar o potencial biotecnológico da *Pseudomonas aeruginosa* quanto à degradação do corante preto Pirazol através da DQO (Demanda Química de Oxigênio).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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. Com o avanço da ciência, diversos compostos são sintetizados e produzidos industrialmente. Conseqüentemente, novos resíduos são lançados no ambiente, diariamente. Estes, muitas vezes, são dificilmente degradados ou reciclados na forma em que se encontram, permanecendo no ambiente por tempo indeterminado, gerando poluição. A atividade industrial é uma das que mais contribui para este fato, visto que a maioria dos processos industriais utiliza grandes volumes de água, levando, em consequência, à produção de rejeitos líquidos contendo espécies tóxicas ou de difícil degradação (FREIRE *et al.*, 2000; JAIN *et al.*, 2004).

Ferreira (2001) relata que a indústria têxtil apresenta grande potencial de poluição dado ao elevado consumo de corantes e aditivos. Para Santos e Santaella (2002), os efluentes têxteis são altamente coloridos devido aos corantes não aderirem às fibras dos tecidos nas operações de acabamento, cuja eficiência de fixação varia com a classe do corante utilizado. Segundo Kunz (1999), 30% do corante aplicado se perde no efluente, gerando dessa forma resíduos altamente coloridos que podem causar mudanças no ecossistema ao qual serão lançados. A poluição de corpos d'água com estes compostos provocam, além da poluição visual, alterações em ciclos biológicos afetando, principalmente mecanismos fotossintéticos.

Segundo O'Neill *et al.* (1999), 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. Conseqüentemente, a água residuária têxtil possui baixa relação DBO/DQO devido, principalmente, à natureza pouco biodegradável dos corantes.

Por este motivo, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas, visando o aprimoramento e desenvolvimento de tecnologias eficazes para a redução de poluentes e o tratamento de resíduos, tendo como base o requisito custo-benefício.

Métodos para remoção de cor de efluentes industriais têm recebido enorme atenção nos últimos anos. O desenvolvimento de tecnologia adequada para tratamento destes rejeitos tem sido objetivo de grande interesse devido ao aumento da conscientização e rigidez das regulamentações ambientais (HOLME, 1984; MOTSCHI, 1994). As principais técnicas disponíveis na literatura para descoloração das águas de rejeitos envolvem principalmente processos de adsorção, precipitação, degradação química, eletroquímica e fotoquímica, biodegradação e outros (GUARATINI e ZANONI, 1999).

Diante da necessidade de uma gestão sustentável, 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. Apesar da grande maioria das indústrias modernas adotarem alguma forma de tratamento para seus efluentes, os requerimentos legais relativos ao gerenciamento dos resíduos industriais têm se tornado mais restritivos, fazendo-se necessário investigar alternativas para melhorar os processos de tratamento e a disposição final desses rejeitos (PERALTA-ZAMORA *et al.*, 2002).

Devido as suas propriedades biológicas, os biossurfactantes têm chamado a atenção em vários campos como material multifuncional para o novo século (KITAMOTO *et al.*, 2002).

Os biossurfactantes são sintetizados por uma variedade de microrganismos, principalmente por bactérias e arqueas, apresentando diferentes estruturas químicas e propriedades surfactantes, fazendo com que apresentem diferentes funções naturais com diferentes aplicações. Essas diferenças fazem com que um grupo de surfactantes tenha vantagem em uma aplicação específica e outros sejam mais apropriados em outras aplicações. Isto torna também mais difícil generalizar sobre a função natural dos biossurfactantes, mas há ao menos três hipóteses: aumentar a área superficial de substratos hidrofóbicos; aumentar a biodisponibilidade de substratos hidrofóbicos e regular a fixação e a liberação do microrganismo de superfícies (ROSENBERG e RON, 1999; MAIER, 2003).

Na aplicação *in situ* dos tratamentos biológicos são utilizados microrganismos para acelerar o processo natural de degradação biológica de resíduos que possuem elevada carga orgânica. Podem ser empregados organismos desenvolvidos e cultivados industrialmente, que se reproduzem, após serem adicionados à massa do resíduo, ou organismos nativos, já existentes no ambiente (KNACKMUSS, 1996). Os microrganismos em seus ambientes naturais não contêm enzimas específicas para degradar os compostos xenobióticos. Entretanto, com o desenvolvimento de culturas, após um tempo de adaptação, há possibilidade de eliminar os compostos selecionados (BANAT *et al.*, 1996). Esses processos podem ser conduzidos empregando-se um único microrganismo em cultura pura ou, mais freqüentemente, se necessário, pode-se empregar uma cultura mista, sob condições aeróbias ou anaeróbias, dependendo da estrutura dos compostos e habilidades dos microrganismos degradadores (ALEXANDER, 1994).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Microrganismo

O microrganismo utilizado para o estudo foi a *Pseudomonas aeruginosa*, isolada de um efluente industrial, foi cultivado em meio (Caldo Nutriente - DIFCO®) e incubados a 35°C por 24h. A bactéria foi repicada para o meio líquido BHI e incubada por 24h a 35°C. Em seguida foi repicada e preservada em meio sólido inclinado AN (Nutrient Ágar – BIOLIFE®).

3.2 Teste de degradação do corante preto Pirazol

▪ Preparação Inóculo

Para o inóculo o microrganismo foi cultivado em frascos Erlenmeyer de capacidade 125mL com 50mL do meio Caldo Nutritivo (BD®) e incubado a 35°C por 24h sob agitação em shaker a 150 rpm. Em seguida foi realizada a leitura espectrofotométrica da densidade óptica a 660nm.

▪ Preparação do corante

Uma solução estoque do corante azo reativo preto Pirazol, gentilmente cedido pela indústria têxtil, foi preparada dissolvendo o corante em água destilada, para posteriormente ser adicionado ao meio de cultura na concentração final a ser definida. Esta solução foi previamente filtrada com esterilidade, em filtro Millipore de 0,47 µm.

▪ Teste de degradação

O experimento foi realizado em triplicata, totalizando o uso de 15 frascos erlenmeyers de 250mL de capacidade com diferentes concentrações de meio e corante (Tabela 1).

Tabela 1- Esquema das diferentes concentrações utilizadas.

Concentração	Inóculo	Corante	Meio
0mg/L	1mL	-	49mL
5mg/L	1mL	12,5mL	36,5mL
10mg/L	1mL	25mL	24mL
15mg/L	1mL	37,5mL	11,5mL
20mg/L	1mL	49mL	-
Volume final de 50mL			

O cultivo foi realizado por um período de 56 horas, em agitação orbital (150rpm) a temperatura de 35°C. Após as 56 horas as amostras foram submetidas à centrifugação de 3500 x g por 15 min, para separação das células do líquido metabólico, e conseqüente realização de testes como: Demanda Química de Oxigênio – DQO, proteínas totais e produção de biopolímeros.

3.3 Análises realizadas

3.3.1 - DQO

As determinações de DQO foram realizadas segundo o método espectrofotométrico a 600nm. A análise foi realizada em duplicatas utilizando espectrofotômetro (HACH – DR/2000 DIRECT READING SPECTROPHOTOMETER) a 600nm, pelo método 5020 B e C segundo APHA *et al.* 1995.

3.3.2 - Proteínas totais

A concentração de proteínas totais foi determinada pelo método colorimétrico do Biureto (LABTEST® - Diagnostic - Brasil).

3.3.3 - Produção de biopolímeros

O líquido metabólico livre de células foi utilizado para determinar o índice de emulsificação e atividade de emulsificação, ambos os testes quantitativo e qualitativo respectivamente.

▪ Índice de emulsificação

O índice de emulsificação foi determinado pelo método descrito segundo Cooper & Paddock (1984), utilizando 2 ml do líquido metabólico e 1 ml de n-hexadecano, homogeneizado em vórtex por 2 minutos, a 25° C. Após 2 minutos a leitura foi realizada através de medição da altura da emulsão formada. O índice foi calculado através da equação: índice da emulsão (%) = $He \times 100 / Ht$, sendo He = altura da emulsão; Ht = altura total do líquido.

▪ Atividade de emulsificação

A atividade de emulsificação foi determinada segundo Cirigliano & Carman (1984), utilizando 2 ml do líquido metabólico, livre de células, e adicionando 2 ml de tampão acetato de sódio 0.1M (pH 3.0) e 1 ml de n-hexadecano. A mistura foi agitada em vórtex por 2 minutos, seguido de repouso por 10 min, leitura em espectrofotômetro a 540nm. O resultado foi expresso em Unidade de Atividade de Emulsificação (U.A.E), que corresponde à leitura da absorbância multiplicada pela diluição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Demanda Química de Oxigênio (DQO)

Os resultados mostram que a alta DQO (Figura 1) pode ter sido influenciada por dois motivos: o microrganismo não foi capaz de se desenvolver, ou conseguiu degradar o corante, além de ter lançado subprodutos que foram oxidados pelo dicromato de potássio. Contudo a produção de biomassa comprova que houve crescimento, onde na fase *lag*, ou seja, o microrganismo conseguiu adapta-se e provavelmente começou a utilizar o corante como fonte de carbono. E na fase *log*, houve crescimento microbiano, onde presumi-se que o corante tenha sido consumido. Na DQO realizada com o meio de cultura, corante e o microrganismo os resultados mostram que o microrganismo também foi capaz de degradar a matéria orgânica e inorgânica, apresentando melhor remoção na concentração de 5, 15 e 20mg/L.

A DQO realizada com o corante (Figura 2), com diferentes concentrações (0 a 20 mg/L), mostrou que o corante preto Pirazol foi degradado pelo dicromato de potássio, oxidou o corante nas seguintes concentrações 5, 15 e 20mg/L.

Figura 1 - DQO do Líquido Metabólico após 56 horas de cultivo com *Pseudomonas aeruginosa*.

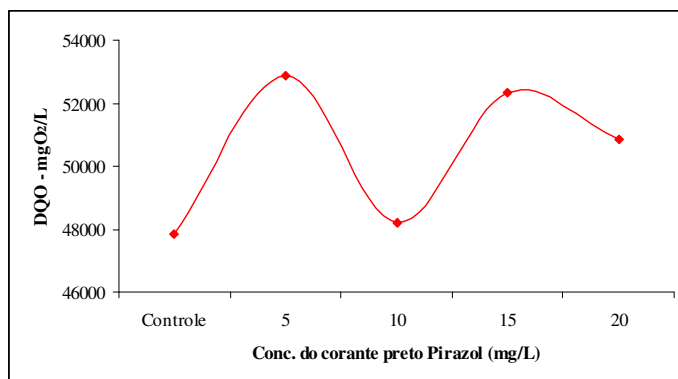
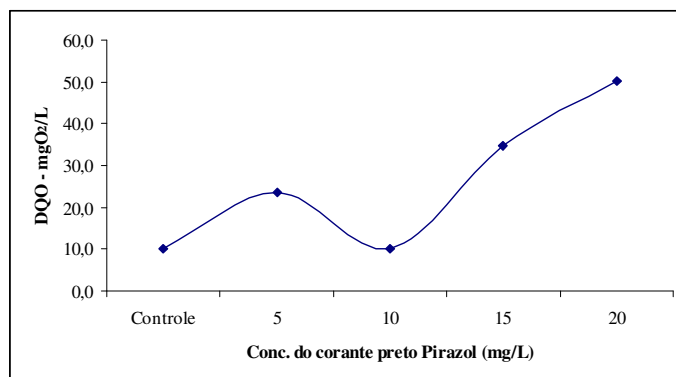


Figura 2 - DQO da solução de corante Preto Pirazol.



4.2 - Proteínas totais

Os resultados têm mostrado (Tabela 2) que houve produção crescente das proteínas nas concentrações de 5 a 20mg/L. Este comportamento nos indica que o microrganismo tentou adaptar-se as condições adversas do corante, de forma que a toxicidade do composto não foi capaz de inibir a produção de proteínas. Na concentração de 10mg/L ocorreu um fato atípico, onde o microrganismo pouco excretou proteínas totais, isto provavelmente esteja relacionada à produção de hidroxila (OH⁻), ao tentar decompor a molécula do azo corante, alcalinizou o meio. Segundo Adikane *et al.*, (2006) a produção de proteína está ligada a variação do pH e a utilização da fonte de carbono, quanto mais assimilável, maior a descoloração e menor o pH.

Alguns trabalhos (Daneshvar *et al.*, 2007; Yesilada *et al.*, 2003), afirma que a descoloração pode estar ligada a fatores que afetam diretamente a produção de proteínas totais, como a temperatura, tamanho do inoculo e o pH do meio de cultivo.

Tabela 2 - Produção de Proteínas Totais por *Pseudomonas aeruginosa* após 56 horas de cultivo.

Concentrações	Proteínas Totais g/dL
Controle	1,308
5mg/L	2,365
10mg/L	0,452
15mg/L	2,462
20mg/L	1,587

4.3. - Produção de biopolímeros

Os resultados da produção de biossurfactantes pela cepa *Pseudomonas aeruginosa*, foi estudado em meio Caldo Nutritivo (CN), com o fim de observar o melhor desempenho em termos de crescimento celular e produção de surfactante, onde se realizou teste quantitativo e qualitativo com líquido metabólico livre de células. Segundo Makkar e Cameotra (1998), alguns microrganismos produzem biossurfactantes durante o crescimento, fato observado neste experimento, onde os melhores resultados quantitativos e qualitativos respectivamente foram evidenciados, sobre uma larga variedade de substratos, em condições diversas de mesofilia e termofilia.

No teste quantitativo os resultados do índice de emulsificação mostraram que a cepa em estudo teve condições de produzir o biopolímero em caldo nutritivo, onde havia nutrientes como a peptona e o extrato de carne, que podem ter influenciado diretamente na produção do biossurfactante (Tabela 3). Este fato pode ser melhor visto na amostra retirada com 12 horas de crescimento, onde o microrganismo produziu no tempo zero 50% de biossurfactante, mantendo-se estável mesmo após uma semana (144h). Para o teste qualitativo de atividade de emulsificação, verificou-se que o biossurfactante apresentou boa estabilidade, uma vez que os resultados (Tabela 3), não variam tanto durante as 48h de cultivo do microrganismo. Os melhores resultados foram detectados onde se obteve os melhores índices, no tempo de 12h de cultivo. Comprovando a importância de uma fonte de carbono de fácil assimilação pelo microrganismo.

Tabela 3 - Perfil da produção de biossurfactantes por *Pseudomonas aeruginosa* em diferentes horas de cultivo

Amostra	Índice de emulsificação (%)			Atividade de emulsificação U.A.E (540nm)
	T _{0h}	T _{24h}	T _{144h}	
LM - 4h	39,9	12,0	10,0	2,3
LM - 8h	47,6	6,1	6,1	2,47
LM - 12h	50	44,6	28,6	2,5
LM - 24h	47,5	16,6	27,3	2,5
LM - 36h	46,2	35,7	25,9	1,91
LM - 48h	50	37,7	29,8	2,5

5. CONCLUSÕES

Concluimos que:

* Os valores de DQO revelam que a *Pseudomonas aeruginosa* foi capaz de remover/degradar o corante Preto Pirazol. E que embora o cultivo não tenha sido suplementado com nenhuma fonte de carbono mais assimilável, o microrganismo conseguiu degradar o corante com diferentes concentrações, provavelmente o utilizou como fonte de carbono;

** O microrganismo conseguiu adaptar-se as condições adversas do corante e assim liberar suas enzimas para conseqüente degradação do corante. Evidenciando que a toxicidade desse composto não foi capaz de inibir a produção de um bom conteúdo protéico;

*** A produção de biopolímeros pelo microrganismo estudado comprovou que a *Pseudomonas aeruginosa* é excelente produtora de biossurfactantes. Quantitativamente a maior produção de biossurfactante foi com 12 horas de crescimento, o que equivale à fase *lag*, e qualitativamente estável nas 48 horas de crescimento, equivale a fase estacionária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADIKANE H.V., DANGE M.N., SELVAKUMARI K. Optimization of anaerobically digested distillery molasses spent wash decolorization using soil as inoculum in the absence of additional carbon and nitrogen source. Bioresource Technology 97 (2006)2131 –2135

ALEXANDER, M. Biodegradation and Bioremediation. Academic Press, California, USA, 1994. 322p.

BANAT, I.M. *et al.* Microbial decolorization of textile-dye-containing effluents: a review. **Bioresource Technol.**, Oxford, v.58, n.3 p.217-227, dec. 1996.

BROWN, M. A.; DEVITO, S.C.; **Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.** 1993, 23, 249.

CIRIGLIANO, M.C.; CARMAN, G.M. Isolation of an emulsifier from a *Candida lipolytica*. **Applied and Environmental Microbiology** 47,173-176.1984.

COOPER, D. G.; PADDOCK, D. A. Production of a biosurfactant from *Torulopsis bombicola*. **Applied and Environmental Microbiology** 47,173-176.1984.

DANESHVAR, N.; AYAZLOO, M.; KHATAEE, A.R.; POURHASSAN, M. Biological decolorization of dye solution containing Malachite Green by microalgae *Cosmarium* sp. *Bioresource Technology* 98 (2007) 1176 –1182.

FERREIRA, O. P. **Desenvolvimento de materiais porosos biodimensionais, à base de Al^{3+} e M^{2+} (Zn, Mg), para uso na remediação de efluentes de indústrias têxteis.** 132 p. Dissertação (Mestrado) – Laboratório de Química do Estado Sólido – LQES, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

FREIRE, R.S.; PELEGRINI, R.; KUBOTA, L.T.; DURAN, N.; PERALTA-ZAMORA, P. New trends for treatment of industrial effluents containing organochloride species. **Química Nova**, v.23, n.4, p.504-511, 2000.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes Têxteis. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 23, p. 71-78, 1999.

HOLME, J. **Developments in the Chemistry and Technology of Organic Dyes.** J. Griffiths Ed., Blackwell Scient. Publ., Oxford, 1984.

KITAMOTO, D.; ISODA, H. ; NAKAHARA, T. Functions and potential applications of glycolipid biosurfactants – from energy-saving materials to gene delivery carriers. **Journal of Bioscience and Bioengineering**. v. 94, n. 3, p. 187-201, 2002.

KNACKMUSS, H-J. Basic knowledge and perspectives of bioelimination of xenobiotic compounds. **Journal of Biotechnology** 51, p.287-297, 1996.

KUNZ, A. **Remediação de efluente têxtil: combinação entre processo químico (Ozônio) e Biológico (*P. chrysosporium*).** 130 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

KUNZ, A. *et al.* Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v.25, p.73-82, jan.-feb. 2002.

MAIER, R. M. Biosurfactants: Evolution and diversity in bacteria. **Advances in Applied Microbiology**. v. 52, p. 101-121, 2003.

MAKKAR, R. S; CAMEOTRA, S. S. Production of biosurfactant at mesophilic and thermophilic conditions by strain of *Bacillus subtilis*. **Journal Ind. Microbiology Biotechnology**, vol.20, p. 48-52.1998.

MOTSCHI, H.; **Chemical Safety**. M. Richardson Ed.; V. C. H. Publ., 1994. 329 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.

PERALTA-ZAMOTRA, P.; KUNZ, A.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de Efluentes têxteis. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 78-82, jan. /fev. 2002.

ROSENBERG, E; RON, E. Z. High and low-molecular-mass microbial surfactants. **Applied Microbiology and Biotechnology**. v. 52, p. 154-162, 1999.

SAIRNAK, S.; KANEKAR, P. Biodegradation of methyl Violet by *Pseudomonas mendocina* MCM B-402. *Applied. Microbiol. Biotechnol.*, New York, v.52, n.2, p.251-254, aug. 1999.

SANTOS, A. B.; SANTAELLA, T. S. Remoção de DQO de águas residuárias de indústria têxtil empregando o processo de lodos ativados em batelada. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 7, n. 3, p. 151-157, out. /dez. 2002.

YESILADA, O.; ASMA, D.; CING, S. Decolorization of textile dyes by fungal pellets. 2003. *Process Biochemistry* 38 (2003) 933/938.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório Integrado de Águas de Mananciais e Residuárias do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, na pessoa do seu Coordenador, *Prof^o. MSc. Raimundo Bemvindo Gomes*, que nos permitiu realizar este experimento.