

## ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E TOXICOLÓGICA DE EFLUENTE GERADO POR LAVADORES DE GASES EM OLARIA DO SUL CATARINENSE

Jaqueline da Silva<sup>1</sup>; Kamila Osowski Tomazi<sup>2</sup>; Alex Célio Sant'ana<sup>3</sup>; Raquel Piletti<sup>4</sup>,  
Elídio Angioleto<sup>5</sup>; Claus Tröger Pich<sup>6</sup>

<sup>1</sup> UFSC/Graduando no curso de Engenharia de Energia – Araranguá/jaquesilvas@hotmail.com

<sup>2</sup> UFSC/Graduando no curso de Engenharia de Energia – Araranguá bolsista  
PIBIC/kamilatomazi@gmail.com

<sup>3</sup> UFSC/Graduando no curso de Engenharia de Energia – Araranguá/alexceliosantana@hotmail.com

<sup>4</sup> UNESC/Iparque – Centro Tecnológico/raquel@unesc.net

<sup>5</sup> UNESC/ Iparque – Centro Tecnológico/elidio@unesc.net

<sup>6</sup> UFSC/Campus Araranguá/claus.pich@ararangua.ufsc.br

**Resumo:** *Substâncias presentes no ambiente afetam organismos através de interferência em seu metabolismo ou mutações genéticas, cujo excesso pode afetar indivíduos e populações promovendo perda de viabilidade dos mesmos. O uso de bioindicadores pode proporcionar monitoramento rápido e econômico da toxicidade e genotoxicidade de misturas complexas às quais as populações humanas e naturais podem estar expostas. O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos tóxicos e genotóxicos provocados por efluente líquido proveniente de lavadores de gases instalados em chaminés de olarias utilizando bioindicadores e análises químicas. As análises realizadas foram as seguintes: 1) Análise de parâmetros físico-químicos incluindo metais, pH, DBO e DQO e fenóis (contratado a partir da prestação de serviço dos laboratórios do IPAT – UNESC, 2) Análises de toxicologia aguda utilizando-se Artemia sp. e Daphnia magna em teste de sobrevivência e toxicologia crônica utilizando os organismos Allium cepa L. e Lactuca sativa verificando sua capacidade de desenvolvimento. Como marcador genético foi realizado o teste de quebra de DNA plasmidial utilizando-se o plasmídeo pBSK II. Depois de realizados os procedimentos foram detectados níveis alterados de fenóis, nitrogênio e DBO. Observou-se toxicidade aguda nos testes com Artemia sp, onde concentrações de 50% foram letais, e D. magna onde em todos os testes o fator de diluição superou o permitido pela legislação. Em testes com A. cepa houve uma significativa alteração no crescimento e no número de raízes. Observou-se também uma redução no número de brotos de L. sativa. No teste de clivagem de DNA plasmidial observa-se que o efluente tem capacidade de interferir na molécula podendo causar danos genéticos. Estes resultados revelam que a composição do efluente é tóxica e possivelmente genotóxica para seres vivos e demonstram a necessidade de mais estudos para uma melhor avaliação do potencial tóxico do mesmo e possíveis maneiras de minimizá-lo ou eliminá-lo.*

**Palavras-Chave:** *Toxicologia ambiental, Cerâmica, Olaria, Material particulado, Lavadores de gases.*

### 1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente sendo um bem de uso comum dos seres vivos, deve oferecer uma boa qualidade de vida para todos. Atualmente a conscientização do homem para com a degradação do meio ambiente relacionada à saúde e ao bem estar humano, vem exigindo a pesquisa de profissionais para o desenvolvimento de novas tecnologias adequadas a sociedade e ao meio ambiente (PINHEIRO; MONTEIRO, 1992). A indústria cerâmica, através de seus diversos setores, deve buscar inserir-se neste contexto e novas tecnologias são desenvolvidas visando minimizar seus impactos ambientais. Entre estes setores estão as olarias, que tem como característica a utilização de madeira como combustível e por consequência a geração de grande quantidade de material particulado em suspensão aérea (fumaça).

Olaria é um subsetor da indústria de cerâmica, classificada como cerâmica vermelha, que compreende os produtos que apresentam cor vermelha após a queima, como: tijolos e telhas (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2008). Em média uma olaria produz 240 mil peças cerâmicas por mês. Em Santa Catarina atualmente existem cerca de oitocentas olarias, das quais, trezentas estão concentradas no sul do estado (ANDRADE; SILVA; SILVA, 2008).

Conceitualmente a cerâmica pode ser definida como qualquer material inorgânico, não-metálico, obtido geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas (BELLINGIERI, 2008). Varias matérias primas podem ser utilizadas na produção de artigos cerâmicos. A principal delas é a argila, definida como um material natural, terroso e fino, que possui partículas de forma lamelar ou fibrosa, compostas em sua maioria de sílica e alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). A massa de argila suporta temperatura até 1100 °C, mas é usualmente queimada em torno de 700 °C. Por conter bastante óxido de ferro apresenta-se com cores variadas dependendo da cor do óxido presente (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2008).

As propriedades das argilas estão diretamente ligadas ao local de onde são extraídas, sendo classificadas em argilas de várzea e argila de morro (MACCARI, 2005). As argilas de várzeas ocorrem às margens de rios, possuem granulometria muito fina, característica plástica e grande presença de matéria orgânica, sua coloração natural varia de cinza claro a preto. As argilas de morro apresentam baixo teor de matéria orgânica e freqüentemente com presença de cascalhos, sua coloração após a queima varia entre o amarelo e vermelho (CÓRDOVA, 2007). A argila utilizada no processo de fabricação de cerâmica vermelha é do tipo várzea.

Segundo Maccari (2005) O processo produtivo de olarias consiste basicamente na preparação da massa bruta de argila que passa pelos processos de homogeneização, destorroamento, desaeração, extrusão, corte da peça, secagem natural ou forçada e queima. Para a produção cerâmica se concretizar, além da argila, se faz necessária a utilização de insumo energético na queima dos produtos cerâmicos. A madeira e o carvão mineral são os principais insumos energéticos utilizados pelas cerâmicas na queima de seus produtos (MACCARI, 2005). Estas fontes de energia podem ocasionar degradação da qualidade do ar devido à liberação de dióxido de enxofre pela queima de carvão ou de grande quantidade de gás carbônico aliados a outras substâncias tóxicas com a queima da madeira, sendo que esta é atualmente é a principal fonte de energia para a queima em fornos cerâmicos (CÓRDOVA, 2007).

Em geral, a queima de massas cerâmicas argilosas pode liberar concentrações representativas de certos componentes gasosos como: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), amônia (NH<sub>3</sub>) e metano(CH<sub>4</sub>), além de pequenas partículas de carbono na forma de fuligem, chamadas de material particulado, que é formado por partículas sólidas ou líquidas que se encontram em suspensão na atmosfera, denominadas aerossóis. Estes vários resíduos gasosos juntamente com material particulado lançados no ar atmosférico podem levar a um processo de degradação ambiental, o qual é agravado pelas interações que ocorrem entre os poluentes (PINHEIRO; MONTEIRO, 1992).

Em 2004 o Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) celebrou o Termo de ajustamento de Conduta (TAC) firmado com olarias do Sul do Estado, com a finalidade de adequar as emissões atmosféricas aos padrões exigidos pela legislação. O acordo determina a elaboração de um Plano de Controle Ambiental (PCA), para dar início a implantação das modificações necessárias, que se apresentarem fora dos padrões de emissões de gases estabelecidos para olarias (SANTA CATARINA, 2004). Este termo obriga as olarias a reduzirem os índices de poluição emitida pelo processo de produção para continuarem em funcionamento (CÓRDOVA, 2007). Em 2006 foi firmado um aditivo ao TAC, estabelecendo que estas utilizem um sistema de contenção de poluição atmosférica (SANTA CATARINA, 2006).

Diversas olarias optaram pelo o uso do sistema de lavadores de gases, instalados no prolongamento das chaminés de cada forno. No método utilizado, para a lavagem dos gases, o gás é forçado através de uma aspersão de gotas de água, que colidem com o material particulado (lavador de borrifração contra-corrente), aglomerando-se em partículas e concentrando-as na água, tornando assim a coleta facilitada. Porém estes lavadores de gás possuem a desvantagem de utilizarem uma quantidade expressiva de água que é recirculada e, ao fim do processo, contém resíduos anteriormente presentes nos gases (CÓRDOVA, 2007).

Por não existir nenhuma padronização para a reutilização desta água e também por não haver legalização para o descarte da mesma no ambiente, este efluente (Líquido) é liberado no ambiente sem tratamento ou forma de cuidado (Comunicação pessoal – Gerência da olaria).

## **2 METODOLOGIA**

### **2.1 AMOSTRAS**

As amostras do efluente líquido serão fornecidas por uma olaria localizada no sul catarinense. Estas amostras serão coletadas em intervalos de três meses, a contar do mês de setembro de 2011, no reservatório destinado a deposição do efluente para recirculação no lavador de gases. Estas coletas serão realizadas em frascos de polipropileno estéril e após a retirada de uma parcela para os testes físico-químicos serão congeladas para até sua utilização nas análises seguintes.

## **2.2 ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS**

As análises dos parâmetros químicos (pH, DBO, DQO) foram contratadas pelo Instituto de Pesquisas Ambientais Tecnológicas – IPAT e realizadas imediatamente após o momento de coleta. Os dados obtidos foram comparados com os valores máximos permitidos pela Legislação Ambiental de Santa Catarina – Decreto nº 14.250 de 05 de junho de 1981, Art. 19 – Emissão de Efluentes Líquidos.

## **2.3 ENSAIO DE TOXICIDADE AGUDA COM *Daphnia magna***

A *D. magna* de ensaio de toxicidade aguda foi realizado de acordo com as diretrizes da ABNT (1993). Dez organismos jovens (24 h de idade) foram expostos a 25 mL do lixiviados nas concentrações de 6,25, 12,5, 25,0, 50,0 e 100,0%. Os controles foram preparados com a água utilizada para a diluição. Após 48 h de exposição do número de organismos imóveis foi observado e analisado, considerando-se aqueles que falharam para mover durante 20 s de observação. No final da exposição à concentração 10% eficaz (CE<sub>10</sub>) foi calculado, representando a maior concentração de lixiviador que imobiliza 10% (ou menos) de organismos no período de 48 h.

## **2.4 TESTE DE TOXICIDADE AGUDA EM MICROCRUSTÁCEO *Artemia* SP.**

O teste de toxicidade aguda em *Artemia* sp. foi realizado conforme descrito por Meyer e colaboradores (1982). Cistos foram incubados por 24 horas em solução salina (20 g.L<sup>-1</sup>), com aeração e iluminação constantes. Após a eclosão, os indivíduos (n=10) foram expostos em placas *mulltiwel*® à 2 ml de efluente nas concentrações de 12,5, 25,0, 50,0, 75,0, e 100,0% em solução de incubação, por 24 horas, a 30 °C e ao abrigo da luz. O controle negativo constituiu-se de solução de incubação sem efluente. Ao final da exposição, foi determinada a concentração letal média (CL<sub>50</sub>) (BORTOLOTTO et al, 2009)

## **2.4 TESTE DE FITOTOXICIDADE EM RAÍZES DE *Allium cepa* L. – CEBOLA**

O teste de toxicidade subaguda foi realizado através de procedimento descrito por Fiskesjö (1985). Para o desenvolvimento das raízes, indivíduos de *A. cepa* (n=6)

foram expostos por sete dias a 50 mL em diversas concentrações (25,0 50,0 e 100,0%); de efluente de precipitador de material particulado e à água mineral comercial (controle negativo), a 25 °C e ao abrigo da luz, sendo as amostras renovadas diariamente. Ao final da exposição foram medidos o comprimento médio (cm) e a biomassa média (mg) das raízes expostas e não expostas ao efluente.

## **2.5 TESTE DE FITOTOXICIDADE EM *Lactuca sativa* – ALFACE**

Para este teste de toxicidade foram preparadas concentrações de 25,0 50,0, 75,0 e 100,0% do efluente. Para o controle negativo foi utilizada água mineral. Foi colocado sobre a placa de Petry um filtro de papel do tamanho do mesmo tamanho ao qual se adicionou 2 mL de cada solução teste nas placas. Por fim foram colocadas 13 sementes de alface, espaçadas igualmente por toda a placa e incubadas a 22 °C, sem luz. A leitura foi realizada após 3 dias de incubação (YERUSHALMI et al. 2003).

## **2.6 TESTE DE CLIVAGEM DE DNA PLASMIDIAL *IN VITRO***

A avaliação da interação do DNA plasmidial com o efluente procedeu-se através da incubação por 16 h a 37 °C, microtubos contendo: 400 ng de DNA plasmidial em 3,0 µL, 2,5 µL de tampão HEPES (25 µmol.L<sup>-1</sup> de concentração final), 10 µL do efluente em concentrações variadas e água nanopura? (o que é água nanopura? é sinônimo de água nanopura (milli-Q®) estéril completando o volume de 20 µL. O controle negativo substituindo-se efluente por água nanopura estéril e como controle positivo é utilizado 3,0 µL de DNA plasmidial digerido pela enzima de restrição Eco-RI. Após a incubação são adicionados em cada microtubulo, 5 µL tampão de eletroforese 6x (EDTA 0,25 mol.L<sup>-1</sup>, glicerol 50% e azul de bromofenol 0,01%) para a interrupção das reações. As amostras são aplicadas em gel de agarose (0,8%), contendo 5 µL de brometo de etídio para coloração, e são submetidos a eletroforese horizontal com tampão TBE 0,5x pH 7,4 (Tris 44,5 mmol.L<sup>-1</sup>, ácido bórico 44,5 mmol.L<sup>-1</sup>, EDTA 1 mmol.L<sup>-1</sup>) por 50 minutos à 90V. Após a corrida eletroforética as bandas com as formas superenovelada (FI), circular aberta (FII) e linear (FIII) do DNA plasmidial foram visualizadas e fotodocumentadas com o auxílio de um transluminador sendo analisadas as alterações nas porcentagens das formas e os resultados foram expressos sob a forma de tabelas e gráficos (adaptado de SREEDHARA; COWAN, 2001)

## **2.7 TESTE DE DIFUSÃO EM ÁGAR**

Em placas contendo 20 mL do meio PCA sólido, foram riscadas, com auxílio de uma alça de níquel-cromo, os microrganismos *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Em seguida fizeram-se dois orifícios em cada placa aos quais foram adicionados 100 µl de efluente puro. As placas foram incubadas em estufa a 37 °C por 24 h.

Com o auxílio de uma régua foi medido a inibição de crescimento, observando-se a mesma da borda do orifício até o crescimento bacteriano.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Os parâmetros físico-químicos observados constam na tabela 1. Dentre os valores analisados deve-se salientar que os valores de DBO e fenóis apresentaram-se elevados nas duas amostras e outros parâmetros não puderam ser avaliados pois não há legislação pertinente. Pode ser observada uma grande alteração na quarta amostra provavelmente devida a uma maior diluição desta ocasionada por um aumento das chuvas na região no período de coleta (Comunicação pessoal – Epagri).

**Tabela 01 – Parâmetros Físico-químicos obtidos nas coletas.**

Parâmetro	Coleta 1	Coleta 2	Coleta 3	Coleta 4	Média	Valor máximo permitido <sup>(1)</sup>
pH <sup>(6)</sup>	6,0	6,2	4,3	6,4	5,7	6,0 a 9,0
DQO (mg.L <sup>-1</sup> )	962,3	694,4	7.036,4	297	2247,5	(obs: 2)
DBO <sub>05</sub> dias (mg.L <sup>-1</sup> )	383,0	107,0	1.272,0	10,0	443,0	60,0
Fenóis (mg.L <sup>-1</sup> )	38,3	8,4	12,5	1,0	15,1	0,2
Nitrogênio Total (mg.L <sup>-1</sup> )	0,1	115,4	42,9	186,4	114,7	20,0(Amoniacal) (3)
Sólido Sedimentáveis (mg.L <sup>-1</sup> )	0,1	0,1	(obs: 4)	-	0,1	(obs: 3)
Sólidos Suspensos (mg.L <sup>-1</sup> )	50,0	60,0	2.908,0	10,0	757,0	(obs: 2)
Sólidos Totais (mg.L <sup>-1</sup> )	967,0	987,0	4.153,0	1.799,0	1976,5	(obs: 2)
Sulfatos (mg.L <sup>-1</sup> )	274,0	507,0	567,0	854,0 <sup>(5)</sup>	550,5	(obs: 2)

(1)= Valores máximos permitidos segundo o Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina – Lei n° 14.675 de 13 de abril de 2009 – Padrões Ambientais dos recursos hídricos

(2)= Parâmetro não contemplado para este código.

(3)= O limite para materiais sedimentáveis será fixado pelo órgão licenciador em cada caso, após estudo de impacto ambiental realizado pelo interessado.

(4)= Valores Máximos permitidos de acordo com a Resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005 – Art° 34° - Lançamento de Efluentes.

(5)= Para realizar análise de sulfato a amostra foi filtrada em membrana com porosidade de 0,45 µm.

(6)= Os valores de pH foram observados nas seguintes temperaturas (respectivamente): 23 °C, 17 °C, 27 °C, 19 °C.

#### 3.2 ENSAIO DE TOXICIDADE AGUDA COM *Daphnia magna*

Todas as amostras apresentaram índices mais elevados do que o permitido pela legislação, sendo a maior toxicidade presente na amostra três, provavelmente a mais concentrada das quatro.

**Tabela 02** – Resultados do teste de toxicidade aguda com *Daphnia magna* em FT:

Coleta	FT OBSERVADO	Limite Portaria 017/02 – Fundação do Meio Ambiente
Coleta 1	5	2
Coleta 2	3	2
Coleta 3	8	2
Coleta 4	4	2

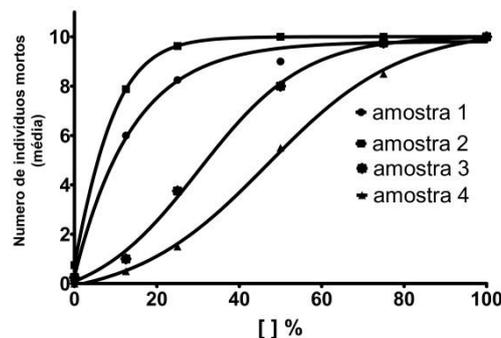
Fator de Toxicidade (FT): representa a primeira de uma série de diluições de uma amostra na qual não mais se observa efeito tóxico agudo aos organismos-teste, nas condições prescritas pela portaria N° 017 – FATMA de 18/04/2002.

Metodologia de análise ABNT NBR 12713 (*Daphnia magna*).

### 3.3 TESTE DE TOXICIDADE AGUDA EM MICROCRUSTÁCEO *Artemia SP*

Nos testes de toxicidade efetuados com o microcrustáceo *Artemia SP* pode-se verificar que o efluente apresenta valores de  $CL_{50}$  mais elevados as amostras um e dois, decrescendo nas amostras três e quatro (12,26, 11,99, 25,25 e 49,89 respectivamente).

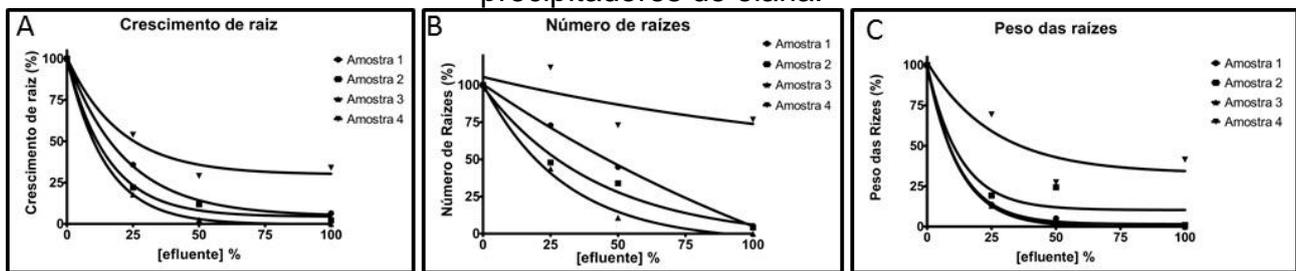
**Figura 01** – Letalidade do efluente sobre o microcrustáceo *Artemia SP*.



### 3.4 TESTE DE FITOTOXICIDADE EM RAÍZES DE *Allium cepa* L. – CEBOLA

Nos testes de fitotoxicidade em raízes de *Allium cepa* observa-se uma redução no crescimento (figura 2) e no número de raízes (figura 3) desenvolvidas de uma maneira proporcionalmente inversa a concentração. Desta maneira pode-se sugerir que o efluente têm influência negativa proporcional a sua concentração no ambiente sobre células meristemáticas vegetais.

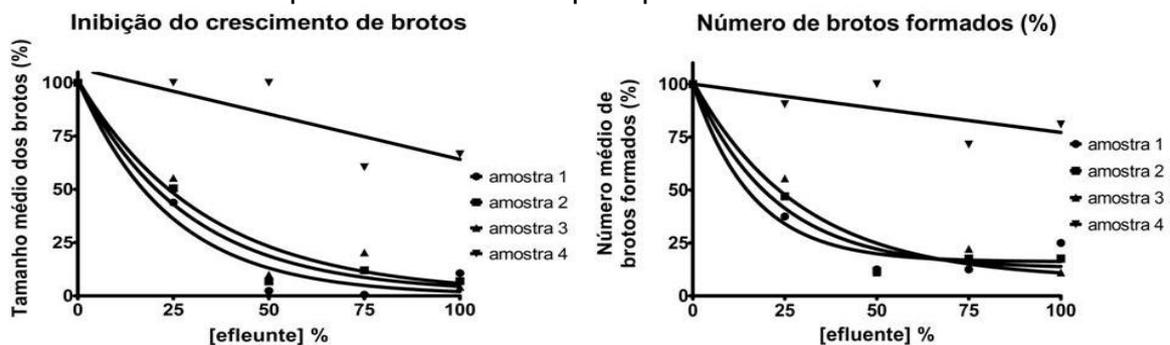
**Figura 02** – A) Crescimento de raízes de “*Allium cepa*” expostas à efluente de precipitadores de olaria. B) Número de raízes de “*Allium cepa*” expostas à efluente de precipitadores de olaria. C) Peso das raízes de “*Allium cepa*” expostas à efluente de precipitadores de olaria.



### 3.5 TESTE DE FITOTOXICIDADE EM *Lactuca sativa* – ALFACE

Nos testes de fitotoxicidade em alface podemos observar resultados bastante significativos para as primeiras amostras e como já pode ser observada anteriormente uma redução destes na quarta, provavelmente devido a uma maior diluição da mesma.

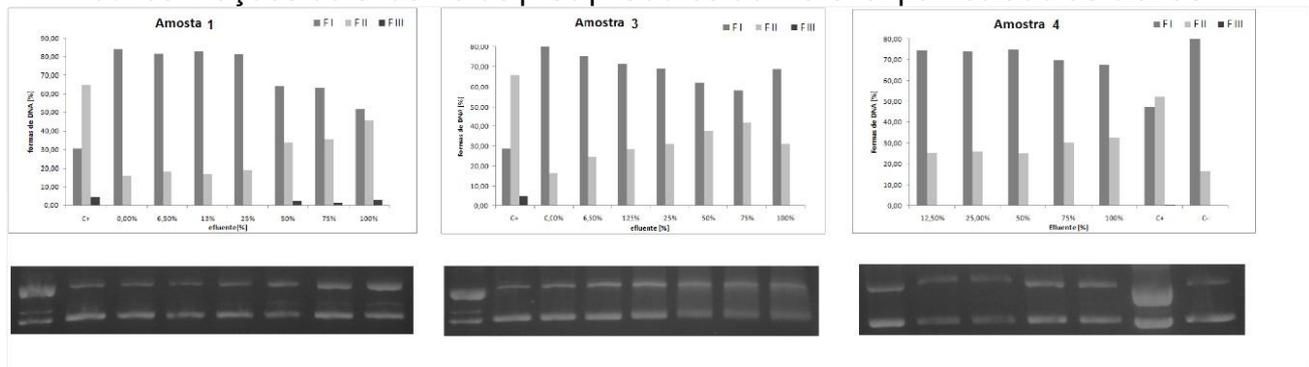
**Figura 03** – A) Número de brotos de alface (*Lactuca sativa*) exposta à efluente de precipitadores de olaria. B) Redução no tamanho dos brotos de alface (*Lactuca sativa*) exposta à efluente de precipitadores de olaria.



### 3.6 TESTE DE CLIVAGEM DE DNA PLASMIDIAL *IN VITRO*

Nos testes de clivagem de DNA plasmidial *in vitro* observa-se que os efluentes têm capacidade de danificar material genético proporcionalmente a concentração testada. Estes resultados o colocam como um provável agente mutagênico e carcinogênico devendo mais testes ser realizados para confirmação destes resultados.

**Figura 04** – Interação e quebra de DNA plasmidial “*in vitro*” promovidas por diferentes concentrações do efluente de precipitadores de material particulado de olarias.



### 3.7 TESTE DE DIFUSÃO EM ÁGAR

Quando realizado o teste de difusão em Ágar com efluente na concentração de 100% não foi observada nenhuma inibição de crescimento bacteriano para as espécies testadas (*E.coli* e *S. aureus*).

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O efluente demonstrou toxicidade em todos os experimentos realizados frente aos modelos biológicos utilizados com exceção dos microrganismos *E. coli* e *S. aureus*, esta toxicidade pode estar relacionada à alta concentração de fenóis e ao alto débito biológico de oxigênio demonstrado nas análises físico-químicas. Pode-se concluir que este efluente gerado a partir de uma medida mitigadora de poluição aérea também necessita de uma observação e um tratamento cuidadoso devido ao seu potencial tóxico como demonstrado neste trabalho. Salienta-se que para confirmação destes resultados um maior número de modelos experimentais é recomendável. É importante notar que como o reservatório do efluente não apresenta cobertura, o mesmo apresenta variações de toxicidade relativas ao regime de chuva.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pela bolsa do programa PIBIC, a UFSC pela verba do FUNPESQUISA, a UNESC pelo laboratório cedido e aos companheiros de laboratório pela ajuda prestada.

### REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. A. S.; SILVA, D.; SILVA, R. M. DA. **Estudo de Resíduos Industriais Cerâmicos para Aplicação na Confecção de Blocos Pré-Fabricados e Peças para**

**Pavimentação – Ciências Aplicadas e Engenharias.** Disponível em: <<http://junic.unisul.br/2007/JUNIC/pdf/0169.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2008.

ANTONELLI, P. J. **Avaliação da toxicidade de efluentes de mineração de carvão antes e após a sua remediação, utilizando-se parâmetros físico-químicos e bioindicadores.** Criciúma, SC: UNESC, 2005. 35 f.

AUSUBEL, F. M. et al. **Short Protocols in Molecular Biology.** 3 ed: John Wiley & Sons, 1995. 298 p.

BELLINGIERI, J. C. **A indústria cerâmica em São Paulo e a “invenção” do filtro de água: um estudo sobre a cerâmica lamparelli – jaboticabal (1920-1947).** Disponível em: <[http://www.abphe.org.br/congresso2003/Textos/Abphe\\_2003\\_41.pdf](http://www.abphe.org.br/congresso2003/Textos/Abphe_2003_41.pdf)>. Acesso em: 5 out. 2008.

BORTOLOTTO, et al. Evaluation of the toxic and genotoxic potential of landfill leachates using bioassays. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 28, p. 288-293, 2009.

COLLINS, A. R. The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations. **Molecular Biotechnology**, v. 26, n. 3, p.249-261, 2004.

CÓRDOVA, M. V. **Diagnóstico da poluição atmosférica no setor de cerâmica estrutural do município de Morro da fumaça-SC.** 2007. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

EPA - Environmental Protection Agency. **Ecological Effects Test Guidelines. OPPTS850.4200. Seed Germination/Root Elongation Toxicity Test. EPA712-C-96-154.** abril 1996.

FISKESJÖ, G. **The *Allium* test as a standard in environmental monitoring.** *Hereditas*, v. 102, p. 99-112, 1985.

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION), 2002, **Draft. Avoidance test for testing the quality of soils and the toxicity of chemicals – Part 1: test with earthworms (*Eisenia foetida*).** Geneva, ISO.

KNIE, J. L. W.; LOPES, Ester W. B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações.** Florianópolis: FATMA, 2004. 288 p.  
MACCARI, Idê M. S. **Morro da fumaça: Passado e presente. Morro da fumaça/SC.** Editora Soller, 2005. 58 p.

MEYER, B.N. et al. **Brine shrimp: a convenient general bioassay for active plant constituents.** *Planta Medica*, v.45, n.5, p.31-34, 1982.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Argilas Brancas e Vermelhas.** Disponível em: <[http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/argilas\\_branca\\_vermelha\\_propriedades\\_aplicabilidade\\_ocorrencias.pdf](http://www.pormin.gov.br/informacoes/arquivo/argilas_branca_vermelha_propriedades_aplicabilidade_ocorrencias.pdf)>. Acesso em: 5 out. 2008.

OGA, S.; ZANINI, A. C. **Fundamentos de toxicologia.** 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 474p.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **OECD N° 207. Earthworm, Acute Toxicity Tests.** 1984.

PINHEIRO, A. C.; MONTEIRO, A. L. **Ciências do ambiente ecologia, poluição e impacto ambiental.** São Paulo: Makron Books, 1992. 148 p.

SANTA CATARINA. Ministério Público de Santa Catarina – MP/SC. **Termo de Ajustamento de Conduta – TAC.** Florianópolis: 17 de junho de 2006. Disponível em: <<http://www.mp.sc.gov.br/portal/site/portal>> Acesso em: 11 set. 2009.

SILVA, D. C. DA. **Efeitos tóxicos e genéticos ocasionados por agrotóxicos.** Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Naturais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005. 56 f.

SILVA, J. DA; ERDTMANN, B.; HENRIQUES, J. A. P. **Genética toxicológica.** Porto Alegre: Alcance, 2003. 422 p.

SREEDHARA, A.; COWAN, J. A. **Catalytic hydrolysis of DNA by metal ions and complexes.** J Biol Inorg Chem. v. 6, p. 337 – 347, 2001.

SVENSSON, B. M. et al. **Artemia salina as test organism for assessment of acute toxicity of leachatewater from landfills.** Environmental Monitoring And Assessment, v. 102, n.1, p.309-321, 2005.

TAM, N.F.Y.; TIQUIA, S.M. **Assessing toxicity of spent pig litter using a seed germination technique.** Resources, Conservation, and Recycling. 11: 261–274. 1994.

YERUSHALMI, L. ROCHELEAU, S. CIMPOIA, R. SARRAZIN, M. SUNAHARA, G. PEISAJOVICH, A. LECLAIR, G. GUIOT, S.R. **Enhanced biodegradation of petroleum hydrocarbons in contaminated soil.** Bioremediation Journal, vol 7: 37-51, 2003.