

Seleção de materiais e revestimentos para o controle de incrustações do mexilhão dourado na Usina Hidrelétrica de Ibitinga (SP, Brasil)

BERGMANN^I, C.P.; MANSUR^{II}, M.C.D.; BERGONCI^{II}, P.E.A.; PEREIRA^{II}, D.; SANTOS^{II}, C.P.;
BASEGIO^I, T.; VICENZI^I, J.; SANTOS^{III}, S.C.A.

^I Laboratório de Materiais Cerâmicos (LACER), Departamento de Materiais, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Oswaldo Aranha n.99, sala 705c - 90035-190, Porto Alegre, RS.
e-mail: bergmann@ufrgs.br; basegio@ufrgs.br; jvicenzi@ufrgs.br

^{II} Centro de Ecologia (CENECO), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, n. 9500, Setor 4, Prédio 43422, Sala 102, 91540-000, Porto Alegre, RS.
e-mail: mcrismansur@gmail.com; paulobergonci@gmail.com; dani.mdourado@gmail.com;
cipinheiro@yahoo.com.br

^{III} AES Tietê, Departamento de Meio Ambiente, Rodovia BR153, km 138, 16370-000, Promissão, SP, Brasil.
e-mail: silvio.santos@aes.com

RESUMO

Foram realizados experimentos objetivando selecionar materiais e revestimentos que tenham características antiincrustantes contra o *bivalve invasor Limnoperna fortunei*, para uso em usinas geradoras de energia. Diferentes tipos de materiais foram utilizados como corpos-de-prova: aço carbono, aço cobreado, aço inoxidável, aço galvanizado e acrílico.

Sobre os corpos-de-prova em aço carbono, foram também testados diversos tipos revestimentos à base de óxidos em diferentes concentrações. Foram utilizados o óxido de cobre, o óxido de zinco e a combinação dos mesmos. Os corpos-de-prova foram submersos na coluna d'água, por um ano entre outubro de 2007 e setembro de 2008, no reservatório da Usina Hidrelétrica de Ibitinga, Estado de São Paulo, Brasil.

Os seguintes materiais e revestimentos apresentaram as menores densidades de mexilhões incrustados: aço carbono revestido com tinta a base de resina epóxi poliamina com adição de óxido de zinco convencional 5%, aço carbono revestido com tinta a base de resina epóxi poliamina com adição de óxido de cobre convencional 10%, aço carbono revestido com tinta a base de resina epóxi poliamina com adição de óxido de zinco nanométrico 10%.

Estes materiais são recomendados para a utilização no controle da incrustação do mexilhão dourado, após a realização de estudos complementares sobre a solubilidade, lixiviação e ecotoxicidade, temas que serão abordados em nova fase da pesquisa.

Palavras-chaves: tintas antiincrustantes, materiais, *Limnoperna fortunei*, bioincrustação.

Selection of materials and coatings for the incrustation control of the golden mussel in the hydroelectric power station of Ibitinga (SP, Brazil)

ABSTRACT

Experiments were carried out aiming to select materials and coatings with antifouling properties against the exotic bivalve *Limnoperna fortunei* at power plants. Different kinds of materials were used as sample: carbon steel, metallic copper, stainless steel, galvanized steel and acrylic.

Tests were also performed with several kinds of oxide based coatings at different concentrations on carbon steel samples. Copper oxide, zinc oxide and a combination of them were used. The samples were immersed in water column along a year, from October/2007 to September/2008, at Ibitinga Hydroelectric Power Plant Reservoir in São Paulo State, Brazil.

The following materials and coatings showed the lower densities of golden mussel fouling: carbon steel coated with epoxy-polyamine resin based ink with addition of conventional zinc oxide 5%, carbon steel coated with epoxy-polyamine resin based ink with addition of conventional copper oxide 10% and carbon steel coated with epoxy-polyamine resin based ink with addition of nanometric zinc oxide 10%.

These materials are recommended for use in golden mussel fouling control, after complementary studies about solubility, lixiviation and ecotoxicity, issues that will be considered in the new stage of the research.

Keywords: antifouling paint, materials, *Limnoperna fortunei*, biofouling.

1 INTRODUÇÃO

O mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), chegou à América do Sul transportado provavelmente na água de lastro de navios originários da Ásia [1]. Foi visto pela primeira vez nas cercanias do porto de Buenos Aires em 1991 e, sete anos após, foi registrado no Brasil [2]. Esta espécie se fixa aos substratos por meio de filamentos de bisso formando incrustações maciças, diferindo dos demais bivalves límnicos nativos e invasores que se enterram no sedimento. A magnitude das incrustações do mexilhão dourado é semelhante a das incrustações formadas pelo mexilhão azul (*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758), que vive em ecossistemas marinhos e estuarinos [3]. No entanto, incrustações do mexilhão dourado são ainda mais compactas como foi documentado por Uryu *et al.* [4] e Santos *et al.* [5], acarretando em danos ambientais praticamente irreversíveis aos ecossistemas límnicos e danos econômicos aos sistemas construídos, sobretudo industriais [6-8].

O mexilhão dourado vem se tornando um problema de difícil solução para as unidades geradoras de energia. No estado de São Paulo, a espécie invasora colonizou os reservatórios da bacia hidrográfica do rio Paranapanema e rio Tietê [8-11] (Figura 1).

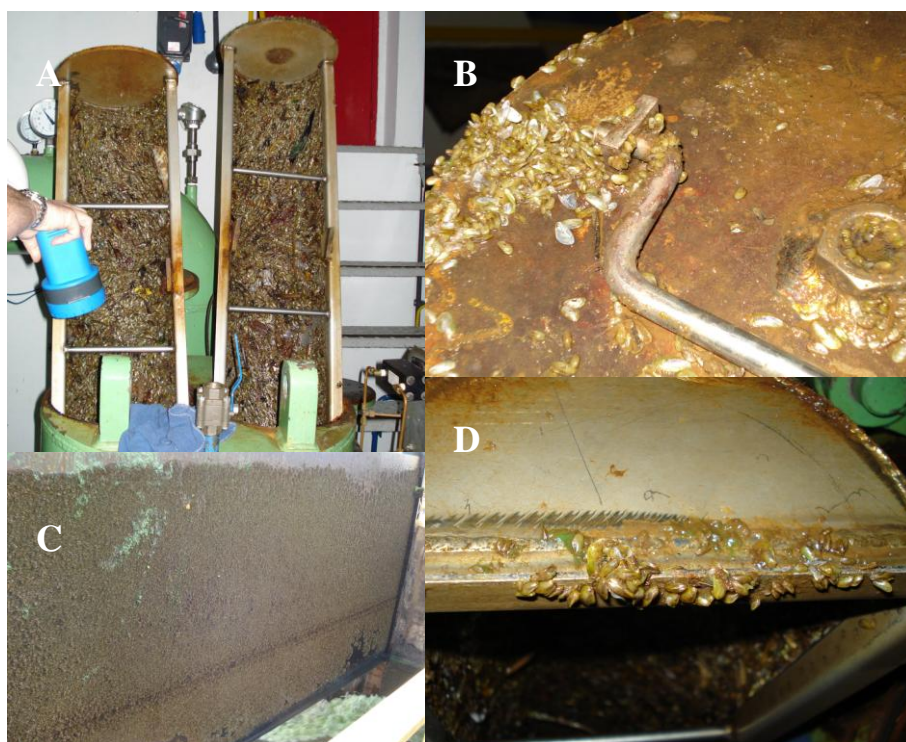


Figura 1: Equipamentos incrustados pelo mexilhão dourado na UHE Ibitinga, município de Ibitinga, estado de São Paulo. (A) cesto inoxidável do filtro de *Hi-flow*; (B) tampa do filtro de *Hi-flow*; (C) Comporta de entrada a jusante e (D) parte superior da junção dos cestos do filtro de *Hi-flow*.

Diversas pesquisas têm sido realizadas no intuito de investigar materiais e revestimentos que venham promover o controle da bioincrustação nestas unidades. Faria *et al.* [12] testaram às características antiincrustantes dos seguintes materiais submersos no rio Paraguai: vidro (cerâmico), aço inoxidável, alumínio, aço carbono, zinco, cobre, latão, polietileno, polipropileno, poliuretano, PET, PVC e teflon. Experimentos semelhantes foram realizados com corpos-de-prova revestidos com tintas a base de óxidos de cobre e zinco na Usina Hidrelétrica de Jaciretá, no rio Paraná [13]. Caprari [14] apresenta uma revisão sobre fundamentos e métodos experimentais com tintas antiincrustantes para o controle de incrustações do mexilhão dourado.

Este trabalho teve por objetivo desenvolver soluções via seleção de materiais e desenvolvimento de revestimentos (mais especificamente tintas com partículas nanoestruturadas) para auxiliar no controle de incrustações do mexilhão dourado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de testar e validar os materiais e revestimentos antiincrustantes ao mexilhão dourado foi realizado um experimento com um ano de duração, no reservatório da Usina Hidrelétrica de Ibitinga (UHE Ibitinga - AES Tietê), na bacia do médio rio Tietê/Jacaré, município de Ibitinga, estado de São Paulo (Figura 2). A escolha do local de submersão se deu a partir da verificação de grandes incrustações na referida UHE.

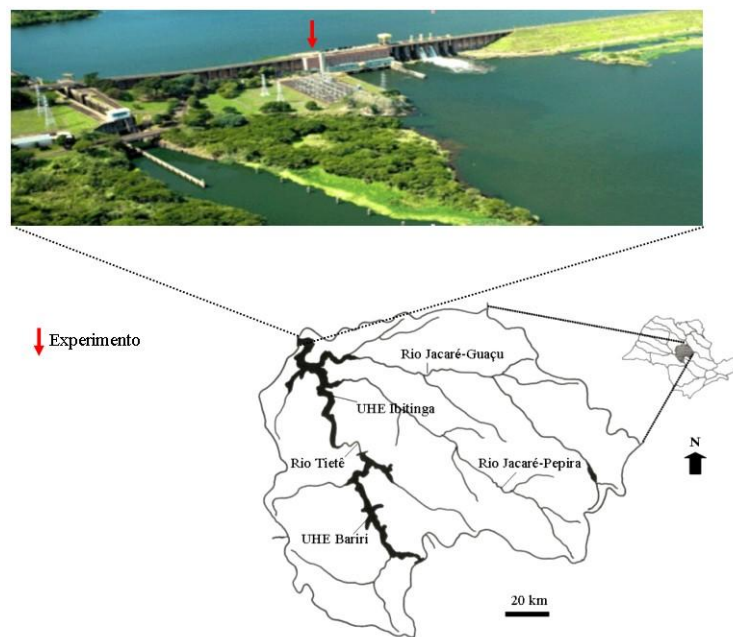


Figura 2: Localização ($21^{\circ}45'26.05''S$ e $49^{\circ}59'30.11''W$ e altitude de 398m) do experimento junto ao paredão no reservatório da UHE Ibitinga (bacia do médio rio Tietê-Jacaré), município de Ibitinga, estado de São Paulo. Mapa adaptado de Tundisi *et al.* [15].

Os corpos-de-prova metálicos foram construídos na forma de placas retangulares em aço ao carbono com 21cm de comprimento, 6cm de largura e 0,3cm de espessura, sendo a área total de 252cm^2 . Foram utilizados corpos-de-prova sem e com revestimento (Tabela 1). Avaliou-se também corpos-de-prova metálicos de aço galvanizado, aço inoxidável e aço cobreado, além do acrílico, de mesmo tamanho das placas descritas anteriormente. Os revestimentos aplicados às superfícies dos corpos-de-prova de aço ao carbono constituem uma mistura de óxidos (nanométricos ou convencionais) em diferentes concentrações e uma tinta comercial a base de resina epóxi poliamina (REP), livre de solventes orgânicos, com produtos de funções anticorrosivas, grande resistência química, que reage com a água e com os óxidos do substrato, proporcionando excelente aderência e proteção, com alta retenção nas arestas. Os corpos-de-prova ficaram submersos durante os meses de outubro (2007) a setembro (2008). Foi considerada a incrustação de toda a superfície do corpo-de-prova para fins de quantificação da densidade (ind.cm^{-2}), em ambos os lados dos corpos-de-prova

A escolha destes materiais foi baseada não apenas em dados de literatura, bem como do teste em ensaios de curta duração realizados anteriormente na Usina Hidrelétrica de Ibitinga do grupo AES Tietê [16]. Pode-se observar que a presença do cobre e do zinco tendem a minimizar o crescimento e/ou a incrustação do mexilhão dourado.

Com a finalidade obter dados sobre a produção larval na área de estudo foram obtidas amostras de larvas durante o experimento (outubro de 2007; janeiro, março, maio e outubro de 2008). Para tal, foram filtradas três réplicas de 1000L em rede de plâncton com malha de abertura de $30\ \mu\text{m}$, com o auxílio de moto bomba. A determinação e quantificação do material seguiram Santos *et al.* [17]. Também foram obtidos dados sobre o recrutamento em substrato cerâmico referente aos 12 meses de exposição. Este tipo de

substrato foi amplamente utilizado no monitoramento do mexilhão dourado no Rio Grande do Sul [18]. O método de amostragem e quantificação dos mexilhões encontra-se descrito em Bergonci *et al.* [3].

Tabela 1: Materiais e revestimentos testados.

Material	Revestimento
Aço galvanizado (AG)	Ausente
2 Aço carbono (AC)	Ausente
	REP
	REP + CuO nan 5,0%
	REP + CuO nan 10,0%
	REP + CuO nan 15,0%
	REP + CuO nan 38,0%
	REP + CuO con 5,0%
	REP + CuO con 10,0%
	REP + CuO con 15,0%
	REP + CuO con 38,0%
	REP + ZnO con 5,0%
	REP + ZnO con 10,0%
	REP + ZnO nan 10,0%
	REP + CuO con 2,5% + ZnO con 2,5%
REP + CuO nan 2,5% + ZnO nan 2,5%	
REP + CuO nan 5,0% + ZnO nan 5,0%	
Aço inox (AI)	Ausente
Aço cobreado (PC)	Ausente
Acrílico (ACR)	Ausente

REP = Tinta comercial a base de Resina Epóxi Poliamina
nan = nanométrico
con = convencional

Os corpos de prova foram fixados aleatoriamente em estruturas metálicas denominadas bastidores [13,14] e submersos no reservatório da UHE Ibitinga (Figura 3).

Após a retirada dos corpos-de-prova da água, estes foram secos em forno de *Pasteur* a 60°C. Em seguida efetuou-se a quantificação dos aglomerados formados por adultos, presentes nestes corpos-de-prova.

Aplicou-se a análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis) seguida de múltiplas comparações pelo método de *Student Newman Keuls* ($p = 0,0004$), com o auxílio do pacote estatístico Bioestat 4.0 [19].



Figura 3: Bastidores de ferro com os corpos de prova prontos para serem submersos junto ao paredão, no reservatório da UHE Ibitinga, São Paulo

3 RESULTADOS

3.1 Densidade larval e recrutamento

Em outubro de 2007 a densidade de larval de *L. fortunei* no reservatório (local do experimento) foi de 180,00ind.m⁻³. No mês de janeiro de 2008 não foram detectadas larvas no plâncton do reservatório. No mês de março foram verificados 510,00ind.m⁻³ no reservatório. No mês de maio foram verificados os seguintes valores de densidade larval no reservatório e no canal de deságüe lateral à eclusa respectivamente: 1,30 e 5,33ind.m⁻³. No mês de setembro de 2008, quando foram retirados os corpos-de-prova, foram verificados 10 ind.m⁻³ no reservatório. Os valores médios de densidade (ind.cm⁻²) de indivíduos recrutados de *L. fortunei* em substrato cerâmico, o erro padrão e os valores máximos e mínimos seguem: 2,48±0,76 (1,15-4,96).

3.2 Seleção de materiais e revestimentos

Os valores médios, erro padrão, mínimo e máximo da densidade de mexilhões aderidos aos corpos de prova estão discriminados na Tabela 2 (Figura 4).

Tabela 2: Densidade média (ind.cm⁻²), erro padrão e valores mínimo e máximo, em ordem crescente, de espécimes de *L. fortunei* aderidos aos materiais e revestimentos testados.

Material e revestimento	N	Média	Erro Padrão	Mínimo	Máximo
AC REP + ZnO con 5%	3	0,17	0,05	0,11	0,27
AC REP + CuO con 10%	3	0,35	0,14	0,08	0,54
AC REP + Zn nan 10%	3	0,99	0,36	0,46	1,68
PC	12	1,03	0,27	0,06	3,04
AC REP + CuO nan 5%	3	1,18	0,41	0,49	1,91
AC REP + CuO con 5%	4	1,21	0,53	0,32	2,49
AC REP + CuO con 2,5% + ZnO con 2,5%	3	1,33	0,43	0,46	1,79
AC REP	3	1,45	0,03	1,39	1,48
AC REP + ZnO con 10%	3	1,47	0,53	0,42	2,03
AC REP + CuO con 38%	6	1,50	0,13	1,12	1,90
AC REP + CuO nan 10%	3	1,61	0,71	0,19	2,37
AC REP + CuO nan 15%	3	1,68	0,58	0,58	2,56
AC REP + CuO nan 38%	4	1,81	0,42	0,84	2,70
AC REP + CuO nan 2,5% + ZnO nan 2,5%	3	1,85	1,21	0,28	4,23
AG	12	2,09	0,36	0,51	4,66
AC REP + CuO con 15%	6	3,16	0,61	1,69	5,21
AC	10	3,71	0,74	0,78	6,63
AI	11	3,99	0,82	1,61	8,91
ACR	8	4,03	0,29	2,79	5,37
AC REP + CuO nan 5% + ZnO nan 5%	3	4,65	3,41	0,28	11,37

N = número de amostras

REP = Tinta comercial a base de Resina Epóxi Poliamina

nan = nanométrico

con = convencional

AC = aço ao carbono

AI = aço inoxidável

AG = aço galvanizado

ACR = acrílico

PC = aço cobreado

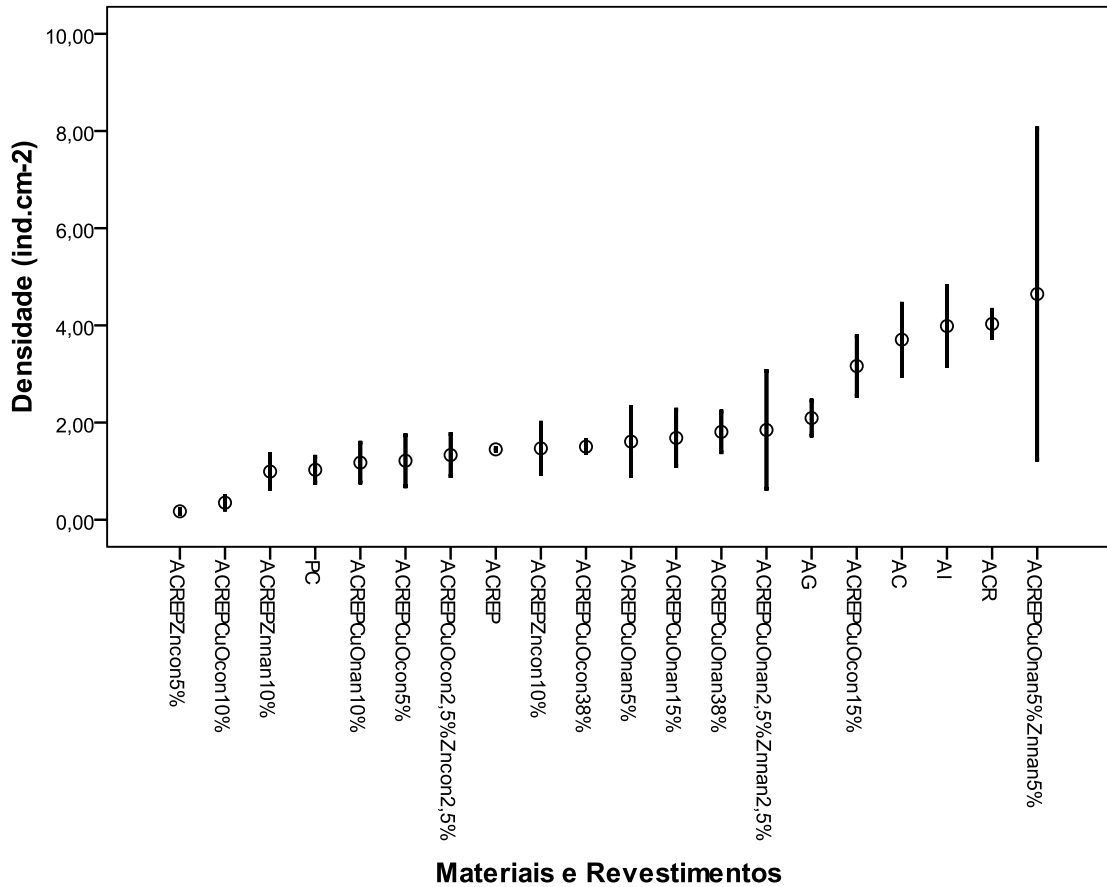


Figura 4: Densidade média de *L. fortunei* nos respectivos corpos de prova testados no reservatório da UHE Ibitinga, São Paulo.

O teste de *Kruskal-Wallis* mostrou diferenças significativas em relação à densidade do mexilhão dourado nos diversos materiais testados. O teste *a posteriori* (*Student Newman Keuls*) indicou que foram significativas as diferenças entre os menores e os maiores valores de densidade (Tabela 3).

Tabela 3: Comparações entre os corpos de prova quanto às densidades do mexilhão dourado incrustados sobre os matérias e revestimentos testados, no reservatório da UHE Ibitinga, São Paulo.

Comparações Student-Newman-Keuls	Dif. Postos	p-valor
H =	46,856	
Graus de liberdade =	19	
(p) Kruskal-Wallis =		0,0004
PC versus ACR	54,375	< 0,0001
AC REP + ZnO con 10% versus ACR	80,9583	< 0,0001
AC REP + CuO con 10% versus ACR	73,2917	0,0003
AI versus AC REP + ZnO con 10%	69,3333	0,0004
PC versus AI	42,75	0,0006
AC versus AC REP + ZnO con 5%	66,3833	0,0007
AC REP + CuO con 15% versus AC REP + ZnO con 10%	68,3333	0,0012
AI versus AC REP + CuO con 10%	61,6667	0,0015
PC versus AC	39,8	0,0019

AC versus AC REP + CuO con 10%	58,7167	0,0028
AC REP + CuO con 15% versus AC REP + CuO con 10%	60,6667	0,0041
PC versus AC REP + CuO con 15%	41,75	0,0052
AC REP + CuO con 5% versus ACR	50,375	0,0059
AC REP + Zn nan 10% versus ACR	54,4583	0,0071
AC REP + CuO con 38% versus ACR	40,375	0,0123
ACR versus AG	34,7917	0,0166
AC REP + CuO nan 10% versus ACR	47,125	0,0198
AC REP + Zn con 10% versus AG	46,1667	0,0205
AC REP + CuO nan 5% + ZnO nan 5% versus AC REP + ZnO con 10%	55,3333	0,0233
AI versus AC REP + CuO con 5%	38,75	0,0263
AI versus AC REP + ZnO nan 10%	42,8333	0,0277
AC REP versus ACR	44,2917	0,0285
AC REP + CuO con 2,5% + ZnO con 2,5% versus ACR	43,9583	0,0298
AC REP + CuO nan 2,5% + ZnO nan 2,5% versus ACR	43,625	0,0310
AC REP + CuO nan 38% versus AC REP + Zn con 10%	48,0833	0,0351
AC versus AC REP + ZnO nan 10%	39,8833	0,0426
AC versus AC REP + CuO con 5%	35,8	0,0428
AC REP + CuO con 15% versus ZnO nan 10%	41,8333	0,0477

REP = Tinta comercial a base de Resina Epóxi Poliamina

nan = nanométrico

con = convencional

AC = aço ao carbono

AI = aço inoxidável

AG = aço galvanizado

ACR = acrílico

PC = aço cobreado

4 DISCUSSÃO

Os valores máximos observados de densidade larval no plâncton do reservatório são inferiores aqueles verificados no delta do rio Jacuí ($11006,6 \text{ ind.m}^{-3}$), em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul [20]. Os valores médios observados de densidade de recrutas sobre substrato cerâmico no reservatório são similares àqueles verificados no delta do rio Jacuí ($3,00 \text{ ind.cm}^{-2}$) por Soares *et al.* [18], em substrato cerâmico exposto por 12 meses no ecossistema aquático.

Os resultados obtidos neste trabalho mostraram que os corpos-de-prova em aço, revestidos com pigmento a base de óxido de zinco con 5% e óxido de cobre con 10% foram os mais eficientes em impedir a fixação do mexilhão dourado, o que é corroborado por Faria *et al.* [12]. Segundo estes autores, com base em experimentos de laboratório e campo, os materiais que formam óxidos, não só impediram a fixação do mexilhão dourado, como também, causaram alta mortalidade dos organismos, principalmente em placas de cobre. Caprari & Lecot [13], obtiveram resultados semelhantes em experimentos de campo em revestimentos com base em partículas de óxidos de zinco. Segundo estes autores os resultados se demonstraram promissores para o controle da fixação do mexilhão dourado sobre superfícies.

Conforme Caprari [14], a solubilidade do óxido cuproso (Cu_2O), um dos óxidos mais amplamente utilizados em revestimentos antiincrustantes, é baixa em água doce. Pouco se sabe sobre os mecanismos de solubilização deste óxido em ambientes límnicos, já que seu emprego se restringe ao controle de incrustações pelo mexilhão dourado. Na água do mar, onde a solubilidade deste óxido é alta, tem demonstrado eficiência sobre todos os organismos incrustantes, a exceção das algas.

Entre os materiais testados o aço carbono sem revestimento apresentou uma das maiores densidades de mexilhão dourado, com a fixação de aglomerados sem o desprendimento das mesmas. Este resultado se contrapõem com as observações realizadas por Faria *et al.* [12], que constatou baixo percentual de organismos fixados em aço carbono, provavelmente devido à oxidação do material, quando em contato com água, causando o desprendimento dos organismos. A Figura 5 apresenta partes dos filtros de Hi-flow (a) tampa externa, (b) e (c) partes internas da tubulação interconectadas ao filtro e (d) parte interna da tampa. A

partir da Figura 5, pode-se evidenciar que a corrosão do aço ao carbono não impede o crescimento e a fixação de aglomerados do mexilhão dourado, sem o desprendimento das mesmas. Ressalta-se que na região da Figura 5b a água passa pela tubulação interna com uma vazão elevada, e mesmo assim os aglomerados continuam fixados, ainda na região com produto de corrosão acentuado.



Figura 5: Partes do filtro de *Hi-flow* (a) tampa externa, (b) e (c) partes internas da tubulação, interconectada ao filtro e (d) parte interna da tampa.

No caso dos corpos-de-prova de aço inoxidável observou-se uma elevada quantidade de mexilhões aderidos, corroborando com os experimentos realizados por Faria *et al.* [12]. Estes autores constataram que este não é um bom material antiincrustante, tendo em vista a alta força média de desligamento e maior porcentagem de organismos aderidos.

Quando comparados ao substrato cerâmico submerso no mesmo período na UHE, o aço carbono revestido com tinta a base de resina epóxi poliamina apresentou elevados percentuais de redução da bioincrustação, quando adicionados os seguintes óxidos: óxido de zinco convencional 5% (redução de 93,02% da bioincrustação), óxido de cobre convencional 10% (redução de 85,85%), óxido de zinco nanométrico 10% (redução de 60,00%). O aço cobreado sem revestimento também apresentou um considerável percentual de redução da bioincrustação (58,59%).

Mesmo quando testadas concentrações mais elevadas de óxidos nos revestimentos não foi verificada uma significativa melhoria na eficiência dos revestimentos. A este fato pode ser atribuído a baixa correnteza no local do teste, minimizando a solubilidade das tintas. Além disso, o crescimento do biofilme tem sido documentado como um fator determinante na fixação do mexilhão dourado sobre estruturas metálicas com diferentes tipos de revestimentos, auxiliando no processo de colonização e bioincrustação. A formação do biofilme deveria ser alvo de pesquisa associada à degradação das películas de revestimento e lixiviação de seus componentes em diferentes níveis de correnteza, com a finalidade de maximizar a eficiência dos revestimentos.

5 CONCLUSÕES

Com base no experimento realizado foi selecionado para o controle de incrustações do mexilhão dourado em hidrelétricas, o aço carbono revestido com tinta a base de resina epóxi poliamina e o aço cobreado sem revestimento. O aço carbono revestido com tinta a base de resina epóxi poliamina e o respectivo revestimento apresentaram elevados percentuais de redução da bioincrustação, quando

adicionados os seguintes óxidos: óxido de zinco convencional 5%, óxido de cobre convencional 10%, óxido de zinco nanométrico 10%.

6 AGRADECIMENTOS

Ao financiamento do projeto de P & D pela AES Tietê/ANEEL.

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] DARRIGRAN, G., DAMBORENEA, M.C., “Bio-invasion del mejillón dorado en el continente americano”, La Plata e EDULP, pp. 93-110, 2006.
- [2] MANSUR, M.C.D., RICHINITTI, L.M.Z., SANTOS, C.P., “*Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) molusco bivalve invasor na Bacia do Guaíba”, *Biociências*, v. 7, n. 2, pp. 147-149, Dezembro 1999.
- [3] BERGONCI, P.E.A., MANSUR, M.C.D., PEREIRA, D., SANTOS, C.P., “Population sampling of the golden mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), based on artificial ceramic substrate”, *Biotemas*, v. 23, n. 3 (no prelo), September 2009.
- [4] URYU, Y., IWASAKI, K., HINQUE, M., “Laboratory experiments on behaviour and movement of a freshwater mussel, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857)”, *Journal of Molluscan Studies*, v. 62, pp. 327-341, August 1966.
- [5] SANTOS, C.P., MANSUR, M.C.D., WÜRDIG, N.L., “Variações no comprimento dos indivíduos de uma população do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae), ao longo do ano, na Praia do Veludo, Lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil” *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, n. 3, pp. 389-396, Setembro 2008.
- [6] MANSUR, M.C.D., SANTOS, C.P., DARRIGRAN, G., HEYDRICH, I., CALLIL, C.T., CARDOSO, F.R., “Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no ambiente”, *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 1, pp. 75-84, Março 2003.
- [7] MANSUR, M.C.D., CARDOSO, F.R., RIBEIRO, L.A., SANTOS, C.P., THORMANN, B.M., FERNANDES, F.C., RICHINITTI, L.M.Z., “Distribuição e conseqüências após cinco anos da invasão do mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei*, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae)”, *Biociências*, v. 12, pp. 165-172, Dezembro 2004.
- [8] DARRIGRAN, G., MANSUR, M.C.D., “Distribuição, abundância e dispersão”, In: *Darrigran, G. & Damborenea, C. (Eds.), 1ª ed., Bio-Invasión del mejillón dorado en el Continente Americano*, Universidade Nacional de La Plata, 2006.
- [9] FILIPPO, R. “Incidência dos mexilhões dourados nos reservatórios”, *Linha Direta*, n. 307, pp. 14, Abril 2004.
- [10] AVELAR, W.E.P., MARTIM, S.L., VIANNA, M.P.A., “New occurrence of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1856) (Bivalvia, Mytilidae) in the State of São Paulo, Brazil”, *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, pp. 739-742, March 2004.
- [11] PARESCHI, D.C., MATSUMURA-TUNDISI, T., MEDEIROS, G.R., LUZIA, A.P., TUNDISI, J.G., “First occurrence of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) in the Rio Tietê watershed (São Paulo State, Brazil)” *Brazilian Journal Biology*, v. 68, n. 4, Suplemento, pp. 1107-1114, November 2008.
- [12] FARIA, E.A., BRANCO, J.R.T., CAMPOS, M.C.S., OLIVEIRA, M.D., ROLLA, M.E., “Estudo das características antiicrústicas de materiais”, *Revista da Escola de Minas*, v. 59, n. 2, pp. 233-238, Abril-Junho, 2006.

- [13] CAPRARI, J., LECOT, C., “El control de bivalvos invasores *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en la central hidroeléctrica Yaciretá mediante pinturas”, In: *Actas do Seminário Internacional sobre Gestão Ambiental e Hidroeletricidad*, pp.1-13, Yaciretá, Septiembre 2001.
- [14] CAPRARI, J., “Pinturas antiincrustantes”, In: *Darrigran, G. & Damborenea, C. (Eds.), 1ª ed, Bio-Invasión del mejillón dorado en el Continente Americano*, Universidade Nacional de La Plata, 2006
- [15] TUNDISI, J.G., MATSUMURA-TUNDISI, T., PARESCHI, D.C., LUZIA, A.P., HAELING, P.H., FROLLINI, E.H., “A bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré: estudo de caso em pesquisa e gerenciamento”, *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, pp. 159-172, Maio 2008.
- [16] BERGMANN, C.P., MANSUR, M.C.D., PEREIRA, D., SANTOS, C.P., BERGONCI, P.E.A., VICENZI, J., BASEGIO, T., SANTOS, S.C.A., *Manual técnico sobre o desenvolvimento de soluções via seleção de materiais e engenharia de superfície para o controle de incrustações por mexilhão dourado em tubulações de hidroelétricas*, In: Relatório AES Tietê/ANEEL Ciclo 2005-2006, Fundação Luiz Englert, Porto Alegre, 2009.
- [17] SANTOS, C.P., MANSUR, M.C.D., WÜRDIG, N.L., “Fases larvais do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae), na bacia do lago Guaíba, Rio Grande do Sul, Brasil”, *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, n. 3, pp. 702-708, Setembro 2005.
- [18] SOARES, M.F., PIRES, M.J.R., MANSUR, M.C.D., PEREIRA, D., SANTOS, C.P., *Desenvolvimento e adequação de tecnologias ambientais para o controle populacional do mexilhão dourado (Limnoperna fortunei)*, http://cadastrorhidro.ana.gov.br/arquivos/relatorio_cnpq.pdf. Acessado em julho de 2009.
- [19] AYRES, M., AYRES, D.L., SANTOS, A.A.S., *Software Bioestat 4.0 – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas*, In: Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, pp. 324, 2005.
- [20] MANSUR, M.C.D., PEREIRA, D., SANTOS, C.P., BERGONCI, P.E.A., THORMANN, B.M., TAKEDA, A.M., “Colonização de substrato artificial de madeira pelo mexilhão dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytiloidea, Mytilidae), no Delta do rio Jacuí (RS, Brasil)”, *Biotemas*, v. 22, n. 1, pp. 75-80, Março 2009.