INTERCORR2008_212

Copyright 2008, ABRACO
Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2008, em Recife/PE, no mês de maio de 2008.
As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Avaliação da proteção anticorrosiva de um sistema dúplex aplicado sobre aço ABNT 1010 imerso em água do mar da região de SUAPE.

Magda R. S. Vieira[1], Alice A. S. Vieira[2], Bruna N. P. da Silva[3], Francisca P. de França[4], Glória M. Vinhas[5], Maria Alice G. de A. Lima[6], Yêda M. B. de Andrade[7], Cezar H. Gonzalez[8], Severino L. Urtiga Filho[8].

Abstract

The associated application of hot-dip galvanization and painting systems, known as duplex system, promotes a favorable action to metallic surface protection. In this work, we have investigated the anticorrosive behavior of a duplex system composed by the commercial lead oxide-based paint applied on hot-dip galvanized steel and on zinc rich paints. Machined and microsphere glass blasted ABNT 1010 steel panels with dimension of 54 mm x 54 mm x3 mm were used. The painted steel panels were immersed in a stagnant system containing sea water from the SUAPE- PE place. This water was replaced every 15 days, and its physical-chemical and microbiological characteristics were monitored for 4 months. Biocorrosion promoting microorganisms were identified in the process fluid and on the surface of painted steel panels. The investigated coatings showed to protect the metallic surface, by blocking the corrosive process due the salinity and reducing the corrosive action of the microorganisms.

Keywords: hot-dip galvanizing, paimts, duplex systems, corrosion

Resumo:

A aplicação conjunta de galvanização a fogo e sistemas de pintura, conhecida como sistema dúplex, promove uma ação sinérgica favorável à proteção de superfícies metálicas. Neste trabalho, foi investigado o comportamento anticorrosivo de um sistema dúplex composto por uma tinta comercial zarcão aplicado sobre aço galvanizado a quente e sobre aço revestido com uma pintura rica em zinco. Foram utilizados corpos-de-prova de aço ABNT 1010 de dimensões 54 mm x 54 mm x 3 mm, retificados e jateados com microesfera de vidro. Os corpos-de-prova revestidos foram imersos num sistema estático contendo água do mar da região de SUAPE-PE. O fluido de análise foi trocado a cada quinze dias, sendo monitorados parâmetros físicos-químicos e microbiológicos da água durante 4 meses. Foram identificados microrganismos

[1] Mestranda em Engenharia Mecânica, Bacharel em Química, UFPE.
[2] Técnica em Química e Granduanda, Biomedicina, UFPE
[3] Graduanda, Engenharia Mecânica, UFPE.
[4] DSc., Engenharia Química, UFRJ.
[5] Doutora, Engenharia Química, UFPE.
[6] Doutora, Química Industrial, UFPE.
[7] PHD, Engenharia Química, UFPE.
[8] Doutor, Engenharia Mecânica, UFPE.

potencialmente favoráveis à biocorrosão no fluido de processo e nos corpos revestidos. Os revestimentos investigados tenderam a proteger o substrato metálico, impedindo o processo corrosivo devido à salinidade e reduzindo a ação corrosiva dos microrganismos.

Palavras-chave: galvanização a fogo, tintas, sistema dúplex, corrosão.

1- Introdução

A pintura de aços galvanizados constituiu uma solução bastante favorável para proteção anticorrosiva de superfícies expostas a ambientes corrosivos. A ação conjunta da galvanização e pintura, conhecida com sistema dúplex, promove um efeito sinérgico positivo no combate à corrosão. Em ambientes altamente agressivos, como por exemplo, ambientes marítimos, o sistema dúplex apresenta-se com uma boa alternativa de proteção [1- 4].

Para um eficiente desempenho de um sistema de pintura aplicada sobre aço galvanizado, dois fatores são altamente importantes: a aderência inicial e aderência a longo prazo da tinta sobre o substrato galvanizado[4].

A aderência inicial é alcançada por meio da utilização correta de um *"primer"* adequado que promova base para as camadas seguintes. A aderência a longo prazo depende da compatibilidade das tintas com o revestimento de zinco. Sendo assim, a utilização de tintas incompatíveis e a aplicação direta à superfície galvanizada, de acabamentos inadequados, sem o primário correto ou sem um pré-tratamento de superfície adequado resultará em falha prematura na pintura[4].

Neste trabalho, foi investigado o comportamento protetor contra a corrosão de um sistema dúplex composto por uma tinta comercial zarcão aplicado sobre aço galvanizado a quente e sobre aço revestido com uma pintura rica em zinco, também conhecida como galvanização a frio, quando expostos à água do mar da região de SUAPE. Foram avaliados parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água coletada e da água após imersão dos corpos revestidos ao longo do teste, visando monitorar o efeito da ação corrosiva proveniente do meio eletrólito (água do mar) e da corrosão promovida por microorganismos[1, 5].

2- Materiais e Metodologia

2.1 Descrição dos corpos-de-prova utilizados;

Os substratos utilizados foram usinados a partir de chapas de aço carbono ABNT 1010, conforme a norma ABNT NBR 6006, na dimensão de 54 mm x 54 mm x 3 mm para posterior aplicação de revestimentos metálicos e tintas. A seguir, na Figura 1 é apresentada uma imagem do corpo-de-prova nas condições iniciais.

Figura 1 - Corpo-de-pova de aço 1010 de dimensões 54 mm x 54 mm x 3 mm antes da preparação de superfície.

As peças foram retificadas para remoção de áreas corroídas e obtenção do nivelamento da espessura da peça. Em seguida, foram submetidas a jateamento abrasivo com microesferas de vidro, com a finalidade de propiciar um perfil de rugosidade adequado que possibilite uma boa aderência entre o revestimento aplicado e o substrato.

Os corpos-de-prova foram galvanizados na empresa GALVANISA (Igarassu – PE), obtendo-se espessuras médias de aproximadamente (65 ± 5) μm. Na Figura 2, é apresentada uma peça após o processo de galvanização.

Figura 2- Corpo-de-pova de aço 1010 de dimensões 54 mm x 54 mm x 3 mm após processo de galvanização a quente.

2.2 Descrição das tintas aplicadas

Para obtenção da camada de revestimento de galvanização a frio, utilizou-se uma demão de tinta rica em zinco de alto desempenho, da marca DEVCON, referência 3906.

Sobre as camadas de galvanização a quente (previamente lixada) e galvanização a frio aplicou-se uma camada de uma tinta comercial do tipo zarcão, sendo avaliada inicialmente a aderência do revestimento conforme a norma ASTM D 1.000, que descreve o teste de aderência em corte em X.

A espessura dos revestimentos metálicos e não-metálicos foi monitorada através de um equipamento de medição de espessura de camada aplicada sobre base ferrosa da marca Minipa e modelo MTC-300.

A seguir na Tabela 1, são apresentadas as condições dos revestimentos testados.

Tabela 1- Condições dos corpos-de-prova testados.

Condições dos Corpos-de-prova	Jateamento		Galvanização		Pintura
	Substrato Jateado	**Substrato Não-jateado**	**Galvanização a Quente**	**Galvanização a Frio**	**Zarcão**
C1	x				
C2	x		x		
C3	x			x	
C4	x		x		x
C5		x	x		x
C6	x			x	x

2.3 Descrição do fluido de análise

Foi utilizada água do mar proveniente da região onde está localizada a empresa TERMOPE, em SUAPE - PE. As amostras foram coletadas sempre na mesma região. A seguir, na Figura 3 , é apresentado o ponto onde foram realizadas as coletas.

Figura 3 - Ponto onde foram efetuadas as coletas de água do mar da região de SUAPE.

O fluido foi depositado em um sistema estático (tanque de imersão) para monitoramento da água, sendo a mesma trocada a cada 15 dias, durante o período de 4 meses. Em cada troca, foram realizadas análises microbiológicas e físico-químicas da água recé-coletada (AM), da água retirada do aquário (AA) e foi realizada a identificação e quantificação de microrganismos presentes sobre os revestimentos.

2.4 Descrição do tanque de imersão utilizado nos ensaios

Os ensaios simulativos de corrosão marítima foram realizados em sistema estático aberto (tanque de imersão), fabricado em vidro com as dimensões de 29 cm x 16 cm x 30 cm e volume útil de 11,4 L .

Os corpos-de-prova foram dispostos internamente ao longo do tanque de imersão, de maneira que um corpo não entrasse em contato com outro, tendo uma área superficial em contato com água do mar, aproximadamente equivalente entre si, com a finalidade de proporcionar a formação e crescimento de biofilme de forma regular em todos os corpos-de-prova. Os corpos foram presos ao sistema, por meio de fios de nylon, visando evitar a interferência de diferentes materiais nesse estudo. Na Figura 4, observa-se uma imagem do sistema de imersão descrito anteriormente.

Figura 4 - Tanque contendo os corpos revestidos imersos em água do mar da região de SUAPE.

2.5 Descrição dos ensaios microbiológicos realizados

2.5.1 Bactérias Aeróbias Totais

Estas bactérias foram quantificadas por meio da técnica do número mais provável (NMP). A inoculação foi realizada em tubos de ensaio contendo 9,0 mL de caldo nutriente, os quais foram inoculados com 1 mL das respectivas diluições (feitas com solução salina, onde a salinidade é igual a utilizada no meios de cultura) e incubados a (30 ± 1)°C por 48 horas. O crescimento dos microrganismos foi evidenciado através da turvação do meio de cultura, causada pela presença de células microbianas e seus metabólitos.

2.5.2 *Pseudomonas*

Para o material microbiológico obtido por meio da raspagem dos corpos-de-prova revestidos, este grupo microbiano foi quantificado por meio da contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), usando a técnica *"pour-plate"*, em placas de Petri contendo meio para isolamento de Pseudomonas. A determinação do crescimento celular foi feita após incubação a (35 ± 0,5)ºC por 24 horas. Para as águas do mar e a retirada do aquário a cada 15 dias, estas bactérias foram quantificadas por meio da técnica do número mais provável (NMP), onde inoculou-se 10 mL das respectivas diluições (utilizando solução salina) em tubos

de ensaio contendo 10 mL de caldo Asparagina (ensaio presuntivo) e incubou-se a (35 ± 0,5)ºC, por 48 horas em estufa, considerando-se como resultado positivo os tubos que se apresentarem turvos. Dos tubos positivos do ensaio presuntivo, transferiu-se uma alíquota (aproximadamente 3 alçadas com o auxílio da alça em "O") para tubos de ensaio contendo 5 mL de meio de Acetamida (ensaio confirmativo). Incubou-se em estufa a (35 ± 0,5)ºC, por 48 horas. A mudança de coloração de vermelho para púrpura indicou a presença da bactéria *Pseudomonas aeruginosa*.

2.5.3 Bactérias Oxidantes do Ferro

A quantificação destas bactérias foi realizada pela técnica do número mais provável (NMP). A inoculação foi efetuada em tubos de ensaio contendo 9,0 mL de meio Citrato Férrico Amoniacal, os quais foram inoculados com 1,0 mL das respectivas diluições (utilizando solução salina) e, incubados a 30 ± 1ºC por 14 dias, ao abrigo da luz. O crescimento dos microrganismos foi evidenciado pela formação de uma coloração avermelhada (ferruginosa), causada pela formação de óxidos de ferro que caracteriza o crescimento destes microrganismos.

2.5.4 Bactérias Anaeróbias Totais

Estas bactérias também foram quantificadas pela técnica do número mais provável (NMP) usando-se frascos do tipo penicilina (10 mL de capacidade) contendo 9,0 mL de meio fluido ao Tioglicolato, purgados com nitrogênio durante 20 minutos. Os frascos contendo o meio de cultura foram vedados com tampas de borracha e lacres metálicos, a fim de manter a anaerobiose. Os tubos de pencilina contendo o meio foram inoculados com 1 mL das respectivas diluições (utilizando solução redutora) com auxílio de seringas descartáveis de 1 mL de capacidade, sendo incubados a (30 ± 1)ºC por 28 dias. Após este tempo, o crescimento destas bactérias foi evidenciado pela turvação do meio de cultura, causada pelo crescimento de células microbianas e a liberação de metabólitos.

2.5.5 Bactérias Redutoras de Sulfato

Este grupo microbiano também foi quantificado através da técnica NMP, aplicando-se a mesma metodologia descrita anteriormente, no entanto, utilizando o meio Postgate E modificado e antes de cada inoculação, adicionou-se 0,1 mL de uma solução 12,4 g/L de tioglicolato de sódio. A determinação do crescimento celular foi realizada após incubação a (30 ± 1)ºC por 28 a 45 dias. Após o período de incubação, o crescimento dessas bactérias foi

evidenciado pelo escurecimento do meio, que é conseqüência da formação de depósitos de sulfeto de ferro.

2.5.6 Fungos filamentosos

Este grupo microbiano foi quantificado através da contagem de unidades formadoras de colônias (UFC), usando a técnica *"pour-plate"*, em placas de Petri contendo gelose Sabouraud. A determinação do crescimento celular foi feita após incubação a (30 ± 1)ºC por 72 horas.

3- Resultados e Discussões

A análise prévia da aderência dos revestimentos, através do teste em corte em X (ASTM D 1.000) indicou boa aderência da tinta zarcão sobre a superfície galvanizada.

A primeira verificação visual da aparência dos corpos-de-prova para avaliar o nível de degradação dos revestimentos e a corrosividade do metal base ocorreu no intervalo de 45 a 55 dias de exposição à água do mar da Região de SUAPE, sendo também realizada análise microbiológica dos fluidos e dos biofilmes aderidos aos corpos-de-prova, durante esse período. A segunda análise visual ocorreu após 110 dias de exposição.

Nas Tabelas 2 e 3, têm-se respectivamente o comportamento de cada corpo-de-prova imerso em água do mar, respectivamente, nos períodos de 55 e 110 dias de exposição.

Tabela 2 - Visualização da aparência do revestimento após 55 dias de exposição dos corpos-de-prova na água do mar da região de SUAPE.

Condições dos Corpos-de-prova	**Jateamento**		**Galvanização**		**Pintura**	**Observações relativas aos corpos-de-prova, após 55 dias de imersão em água do mar de SUAPE.**
	Substrato Jateado	**Substrato Não-jateado**	**Galvanização a Quente**	**Galvanização a Frio**	**Zarcão**	
C1	x					- Corrosão generalizada e impregnação de biofilme.
C2	x		x			- Não ocorreu degradação do revestimento metálico (zinco); - Aparente formação de camada passivante.
C3	x			x		- A tinta rica em zinco apresentou uma boa aderência ao substrato metálico, não ocorrendo desplacamento, nem empolamento.
C4	x		x		x	- Pouca aderência da tinta; - Ínicio de desplacamento.
C5		x	x		x	- Pouca aderência da tinta; - Ínicio de desplacamento.
C6	x			x	x	- Boa aderência da tinta.

Tabela 3: Visualização da aparência do revestimento após 110 dias de exposição dos corpos-de-prova na água do mar da região de SUAPE.

Condições dos Corpos-de-prova	Jateamento		Galvanização		Pintura	Observações relativas aos corpos-de-prova, após 100 dias de imersão em água do mar de SUAPE.
	Substrato Jateado	Substrato Não-jateado	Galvanização a Quente	Galvanização a Frio	Zarcão	
C1	x					- Corrosão generalizada e formação excessiva de biofilme.
C2	x		x			- Não ocorreu alteração na camada galvanizada; - Formação de pequena quantidade de biofilme na face do corpo-de-prova.
C3	x			x		- Boa aderência da tinta; - Maior formação de material polimérico aderido.
C4	x		x		x	- Pintura zarcão apresentando empolamento generalizado, com bolhas pequenas e médias.
C5		x	x		x	- Pintura zarcão apresentando empolamento generalizado, com bolhas pequenas e médias.
C6	x			x	x	- Pintura apresentando empolamento localizado, com bolhas maiores.

Como pode ser observado, em ambos os períodos, os corpos-de-prova não-revestidos apresentaram corrosão generalizada, associada à ação da salinidade do meio, bem como à presença de biofilme aderido à sua superfície, conforme pode ser visualizado na Figura 5.

Figura 5- Fotografia de um corpo-de-prova de condição C1 exposto à água do mar da região de SUAPE durante 110 dias.

A taxa de corrosão para os corpos-de-prova não-revestidos foi de 0, 039 mm/ano, sendo considerada moderada de acordo com a Tabela 4, que apresenta a classificação corrosividade em função da taxa de corrosão [1].

Tabela 4 - Classificação da corrosividade em função da taxa de corrosão.

Taxa de Corrosão uniforme (mm/ano)	Corrosividade
< 0,025	Baixa
0,025 a 0,12	Moderada
0,13 a 0,25	Alta
> 0,25	Severa

No caso das peças galvanizadas a quente (C2), observa-se um comportamento estável do revestimento metálico, não apresentando alterações significativas ou perda de massa da camada de zinco aplicada, de acordo com a Figura 6.

Figura 6 - Fotografia de um corpo-de-prova de condição C2 exposto à água do mar da região de SUAPE durante 110 dias.

A tinta rica em zinco de alto desempenho (C3) apresentou uma eficiente aderência ao longo do ensaio, não sendo observadas alterações e degradação em sua aparência. Contudo, ressalta-se que essa condição de revestimento mostrou uma maior visualização macroscópica de material polimérico sobre a superfície após 110 dias de exposição, como pode ser observado na Figura 7.

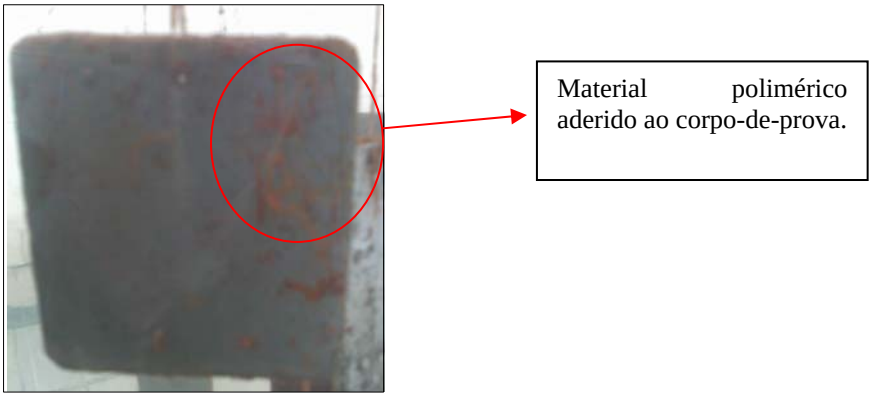

Figura 7 - Fotografia de um corpo-de-prova de condição C3 exposto à água do mar da região de SUAPE durante 110 dias.

Micrografias ópticas com ampliação de 150 vezes da região circulada na Figura 7 foram obtidas, conforme imagem apresentada na Figura 8, onde pode ser visualizada a presença de biofilme aderido à superfície do revestimento.

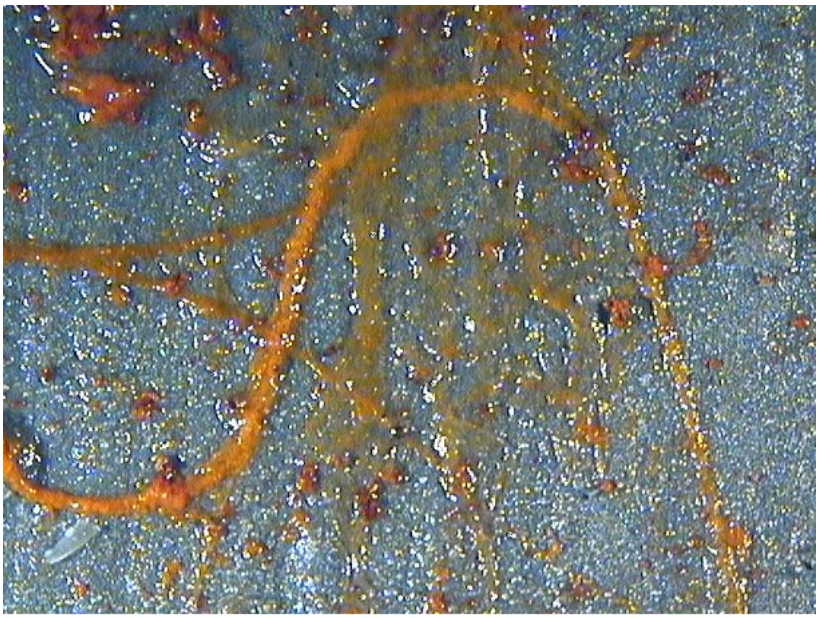

Figura 8 - Micrografia óptica com ampliação de 150 vezes do biofilme depositado sobre o corpo C3.

Melhores resultados de aderência a longo tempo e impermeabilidade dos esquemas de revestimentos em duas camadas (C4 e C6) foram alcançados por meio da pintura sobre a galvanização a frio (C6).

Ao longo de todo o período avaliativo, a condição C4, mostrou uma ineficiente aderência entre a tinta zarcão e o substrato galvanizado a fogo. Após 110 dias de ensaio, observou-se empolamento generalizado da tinta zarcão.

Na primeira análise, os corpos-de-prova da condição C6 mostraram uma boa aderência do revestimento zarcão aplicado sobre a tinta rica em zinco e ausência de material polimérico aderido à superfície. A aderência da tinta na condição C6, mesmo apresentando empolamentos localizados, apresentou-se menos comprometida do que a condição C4 após 110 dias de exposição. Na Figuras 9.a e 9.b são apresentadas fotografias de corpos revestidos nas condições C4 e C6, respectivamente.

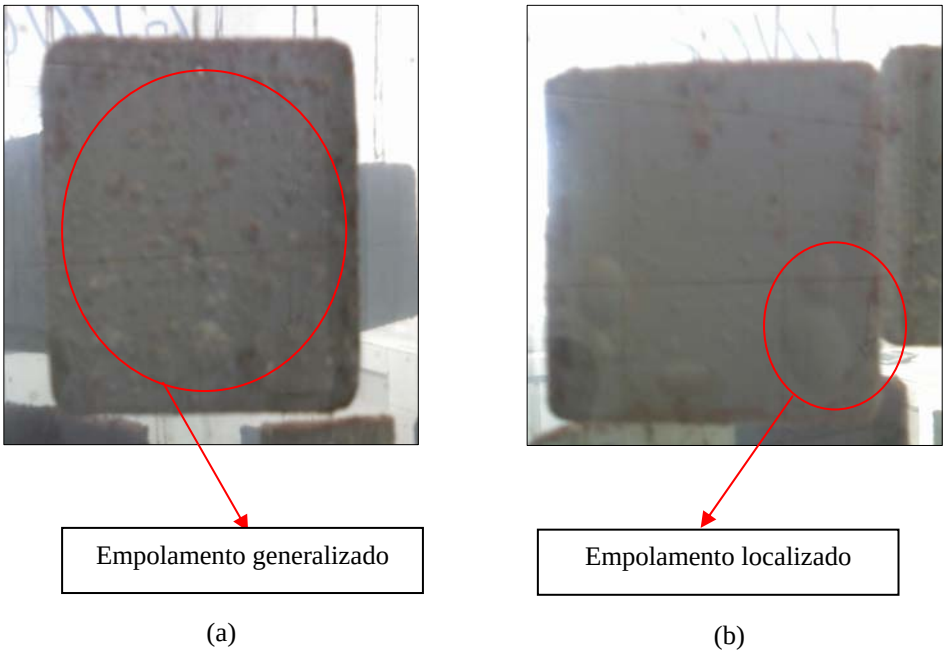

Figura 9 - (a) Condição C4 e (b) condição C6, após 110 dias de exposição à água do mar da região de SUAPE.

O melhor desempenho da condição C6 pode ser explicado pela obtenção de uma maior compatibilidade entre a tinta zarcão e a tinta rica em zinco, ocasionada por melhor empacotamento e ancoragem entre as camadas, quando comparada à tinta aplicada ao substrato galvanizado a quente, condição C4. Apesar do substrato galvanizado ter recebido um pré-tratamento para obtenção de um perfil de rugosidade adequado à aplicação da tinta zarcão, não foram atingidos resultados positivos de aderência a longo prazo. Novas análises da perfilagem da superfície galvanizada estarão sendo avaliados, visando alcançar melhores resultados de aderência.

Nas Tabelas 5, 6 e 7 são apresentados resultados das análises microbiológicas da água coletada em SUAPE, da água de saída do tanque de imersão e da avaliação de biofilme aderido sobre o substrato, respectivamente, ao longo de 45 dias de ensaios.

Tabela 5 - Análise quantitativa de microrganismos presentes na água do mar coletada na TERMOPE.

Análise água do Mar (AM)	**Concentração Inicial (t_0)**	**Concentração 15 dias (t_{15})**	**Concentração 30 dias (t_{30})**	**Concentração 45 dias (t_{45})**
Bactérias Aeróbias (Cel/mL)	$75x10^4$	$4,6x10^4$	$4,6x10^4$	$120\ x10^4$
Ferrobactérias (Cel/ mL)	$75x10^4$	$70x10^4$	$1,5\ x10^4$	$7,5x10^4$
Pseudomonas (Cel/ mL)	$0,03x10^4$	$160x10^4$	$0,06x10^4$	$1,7x10^4$
Bactérias Anaeróbias (Cel/ mL)	$12x10^4$	$4,6\ x10^4$	$4,6\ x10^4$	$2,4x10^4$
BRS (Cel/ mL)	$0,004x10^4$	$0,043x10^4$	$0,043\ x10^4$	$0,023x10^4$
Fungos Filamentosos (UFC/ mL)	Não houve crescimento	Não houve crescimento	Não houve crescimento	Não houve crescimento

Tabela 6 - Análise quantitativa de microrganismos presentes na água de saída do tanque de imersão.

Análise água de saída do tanque de imersão (AA)	**Concentração 15 dias (t_{15})**	**Concentração 30 dias (t_{30})**	**Concentração 45 dias (t_{45})**
Bactérias Aeróbias (Cel/mL)	$2400x10^4$	$24\ x10^4$	$2400x10^4$
Ferrobactérias (Cel/ mL)	$240.000x10^4$	$1.100x10^4$	$240x10^4$
Pseudomonas (Cel/ mL)	$24x10^4$	$0,05x10^4$	$0,27x10^4$
Bactérias Anaeróbias (Cel/ mL)	$110x10^4$	$3x10^4$	$240x10^4$
BRS (Cel/ mL)	$< 0,0030x10^4$	$< 0,0030x10^4$	$< 0,0030x10^4$
Fungos Filamentosos (UFC/ mL)	550	Não houve crescimento	2,67

Tabela 7 - Análise quantitativa de microrganismos formadores de biofilme nos corpos-de-prova expostos à água do mar durante 55 dias.

Análise dos biofilmes	**Concentração C1**	**Concentração C2**	**Concentração C3**	**Concentração C4**	**Concentração C5**	**Concentração C6**
Bactérias Aeróbias (Cel/mL)	$150x10^4$	$110x10^4$	$2,1x10^4$	$210x10^4$	$2400x10^4$	------
Ferrobactérias (Cel/ mL)	$1100x10^4$	$110x10^4$	$75x10^4$	$110x10^4$	$75x10^4$	------
Pseudomonas (UFC/ mL)	11.670	11.000	1.775	7.000	850	------
Bactérias Anaeróbias (Cel/ mL)	$110x10^4$	$11x10^4$	-----	$1,1x10^4$	$93x10^4$	$1,1x10^4$
BRS (Cel/ mL)	$< 0,0030x10^4$	$< 0,0030x10^4$	-----	$< 0,0030x10^4$	$< 0,0030x10^4$	$< 0,0030x10^4$
Fungos Filamentosos (UFC/ mL)	133	300	103	250	367	-----

Comparando os resultados das Tabelas 5 e 6, observa-se um aumento do número dos microrganismos na água do tanque de imersão para todas as espécies de microrganismos investigados, com exceção das BRS, que tiveram ao longo de todo o ensaio uma redução deste tipo de bactéria.

Dentre os microrganismos analisados, as Ferrobactérias apresentaram maior taxa de crescimento comparando, por exemplo, a água coletada no tempo t_0, com a água de saída do tanque de imersão com o tempo t_{15}.

Analisando os resultados apresentados na Tabela 7 pode-se observar que as Ferrobactérias, que correspondem às Bactérias Oxidantes de Ferro, apresentaram-se em maior concentração nos corpos-de-prova de condição C1, ou seja, aço 1010 exposto diretamente ao

meio agressor. Esse crescimento preferencial, também foi observado para as bactérias *Pseudomonas aeruginosa* e Bactérias Anaeróbias Totais.

Na condição C3, mesmo sendo observada a maior visualização macroscópica de material aderido ao substrato, conforme foi apresentado anteriormente na Tabela 3 e Figura 7, observou-se a menor quantificação para os microrganismos de condição aeróbia (Bactérias aeróbias totais, Ferrobactérias e Fungos Filamentosos).

Comparando os resultados das Tabelas 5, 6 e 7, com relação às BRS (Bactérias Redutoras de Sulfato), não houve tendência de desenvolvimento destas na água de saída do tanque de imersão e na formação de biofilme, sendo ocasionado provavelmente por uma ação inibidora dos revestimentos aplicados.

4- Conclusões

Através da pesquisa desenvolvida invetigou-se o comportamento de um sistema dúplex composto por uma tinta zarcão comercial aplicada a aço ABNT 1010 galvanizado a quente, exposta à água do mar da região de SUAPE. As análises microbiológicas do fluido teste identificaram a presença de microrganismos potencialmente favoráveis ao desenvolvimento de biocorrosão. Os revestimentos utilizados apresentaram potencialidade de proteção anticorrosiva e de possível inibição microbiológica, destacando-se principalmente a ação inibidora do desenvolvimento de Bactérias Redutoras de Sulfato (BRS) tanto na água de saída do tanque de imersão como nos biofilmes aderidos aos corpos - de - prova. A ação sinérgica do sistema dúplex foi favorável à inibição de corrosão e biocorrosão, porém é necessária a uma maior investigação a cerca da perfilagem da superfície galvanizada, para aperfeiçoar a aderência a longo prazo da tinta aplicada. Todos os revestimentos tenderam a proteger o substrato metálico, impedindo o processo corrosivo devido à salinidade e reduzindo a ação biocorrosiva dos microrganismos.

5- Agradecimentos

Os autores agradecem:

- À empresa GALVANISA por disponibilizar suas instalações para realização da deposição dos revestimentos de zinco;
- Ao apoio financeiro do CNPq, através de bolsa de mestrado e de iniciação científica.

- Ao ***Convênio 361 09 - FADE – TERMOPERNAMBUCO/ANEEL***, pelo apoio financeiro à execução das atividades de pesquisa e sua publicação.

6- Referências Bibliográficas

1- GENTIL, V. **Corrosão**. 3.ed. Rio de Janeiro: Editora LTC. 1.v. 1996. 345.p.

2- PANOSSIAN, Z. **Corrosão e Proteção contra Corrosão em Equipamentos e Estruturas Metálicas.** Volume II. 1ª ediçao.1993.IPT. São Paulo.

3- WOLYNEC, S. 1976. **Zincagem por Imersão a quente. Associação Brasileira de Metal** (ABM). São Paulo.

4- SOUZA, M.E.P.; ARIZA, E.; BALLESTER, M. et al. **Resistência à corrosão de aço galvanizado e de aço eletrodepositado com ZnFe revestido por resinas de silicone.** Corros. Prot. Mater., out. 2006, vol.25, nº.4, p.121-125. ISSN 0870-1164.

5- VIDELA, HÉCTOR A.; **Biocorrosão, Biofouling e Biodeterioração de Materiais.** Editora Edgard Blücher LTDA. 1ª ediçao.2003.São Paulo.