

Escola Superior Náutica Infante D. Henrique

Departamento de Transporte e Logística



Operações de Tratamento de Casco Durante a Docagem de Navios: Contributos para a Redução de Rugosidade

José António B.B. Durão

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PARA OBTENÇÃO DO GRAU ACADÉMICO DE MESTRE EM PILOTAGEM

Orientador: Prof. Joaquim Oliveira

Co-orientador: Prof. Pedro Silveira

Outubro de 2015

Escola Superior Náutica Infante D. Henrique

Departamento de Transporte e Logística



Operações de Tratamento de Casco Durante a Docagem de Navios: Contributos para a Redução de Rugosidade

José António B.B. Durão

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PARA OBTENÇÃO DO GRAU ACADÉMICO DE MESTRE EM PILOTAGEM

Orientador: Prof. Joaquim Oliveira

Co-orientador: Prof. Pedro Silveira

Outubro de 2015

RESUMO

O motivo para a elaboração deste relatório de estágio, de algum modo associado e complementar às matérias ministradas na cadeira de "Arquitectura Naval e Manutenção do Navio", disciplina integrante do 1º ano deste curso de mestrado, fundamentou-se essencialmente na experiência profissional do autor, numa fase imediata à carreira de mar, durante os anos 80 do século passado, relacionado com os ramos da indústria de construção e reparação naval como inspector/consultor, durante vários anos, numa prestigiada empresa mundial de tintas marítimas, e "leader" em Portugal, "Hempel".

Condicionalismos vários proporcionaram o recente regresso à Escola permitindo assim aceder a uma actualização técnica e de contactos no sector marinha mercante, relativamente ao qual me mantive afastado durante um longo período de tempo por ter optado por outras áreas profissionais.

Este relatório, realizado no âmbito de um período de estágio não remunerado mas sob um ponto de vista de contorno profissional, elaborado com a colaboração da referida empresa, "Hempel Portugal Lda.", e após conclusão da parte escolar do Mestrado em Pilotagem da ENIDH, assenta em duas vertentes principais apresentadas do seguinte modo: uma, suportada pela observação "in situ", para recolha de dados e apontamentos que descrevem encadeadamente os vários passos, demais actividades e tarefas relacionadas com uma docagem completa e outra, complementar, associada ao processamento dos elementos recolhidos para verificação de resultados em termos da redução da rugosidade do casco visando a sua optimização em termos hidrodinâmicos. O relatório conclui-se salientando os benefícios económicos nos custos de exploração dos navios e respectivos contributos em prol do ambiente.

Apesar do carácter multidisciplinar e transversal em termos de matérias abordadas no texto, envolvendo matérias como a química e electroquímica passando pela mecânica, hidráulica e hidrostática, entre outras, o presente trabalho fundamenta-se essencialmente numa componente de índole prática, sendo por conseguinte, sustentado por elementos recolhidos no quotidiano da reparação de navios. A bibliografia referida em anexo, livros e demais publicações e documentação aí descritos, terão servido como fonte oportuna de consulta sempre que foi entendido e necessário a ela recorrer.

Palavras-chave: Acabamento; Antiaderente; Anticorrosivo; Anti-incrustante; Antivegetativo; Casco; Incrustações; Obras vivas; Querena; Revestimento; Rugosidade.

ABSTRACT

The reason for the choice of such a subject for this Report, “Ship's Hull Treatment Operations During Dry Docking; Contribution for Roughness Reduction”, from a certain scope of view, dealing with "Naval Architecture and Ship's Maintenance", a specific class of the first year of the current MSc course, associates the author's experience through the professional career, related to shipbuilding and repair, as an inspector/coatings consultant, during several years, as an employee of a world's leader of marine paints, manufacturer and supplier, “Hempel”, upon a preliminary period at sea carrying out a deck-officer activity for about six years.

Several issues led to the current return to school thus enabling both, a technical and a contact's update, within the merchant navy business.

This report, under the scope of a training program, supported with the cooperation of “Hempel Portugal”, carried out after completion the first part of the current MSc at school, basically integrates two main chapters divided as follows: a first one, dealing with the actual site activity in order to get a proper full dry-docking step by step observation and recording of the several issues, and a second complementary one, associated with the data processing in terms of roughness profile reduction and its economical benefits and positive environmental consequences.

In order to properly carry out the job, it was a must to get a suitable backup of a local company, “Hempel”, for this case, to enable and make easier the access of clearances and fulfilling other bureaucratic issues, namely shipards and ships circulation, visits on board, photo access, and interaction within the team, documentation and instrumentation facilities during the dry docking period of ships in national shipyards.

Taking into consideration the multidisciplinary and crossing characteristics of the matters dealt with along the whole work, from chemistry, electrochemistry, mechanics, hydraulics and hydrostatics and some other ones, the text basis mainly in a practical component, thus supported by a collection of data on site, the mentioned bibliography and other relevant documentation as annex, were considered a complementary tool whenever needed.

Key-words: Antifouling; Bottom; Coating; Finishing coat; Fouling; Hull; Roughness.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de evocar primeiramente o meu prezado colega de Curso Geral e estimado professor do mestrado, Prof. Joaquim Oliveira, pelo seu inestimável apoio desde a primeira hora em que, por motivo accidental de alteração do percurso profissional, me orientou na reaproximação ao sector da Marinha Mercante, relativamente ao qual permaneci afastado durante um longo período de tempo.

Por motivos idênticos, agradeço igualmente aos colegas, professores da ENIDH que passo abaixo a mencionar, a excelente recepção e influência positiva para iniciar e concluir o curso de reciclagem de oficial da marinha mercante e na posterior decisão de matrícula no respectivo mestrado: Eng. António Fera, Cte. Jaime Santos; Cte. Fortunato; Prof. João Frade, Prof. Sérgio Tomé e ao co-orientador deste relatório, o Prof. Pedro Silveira.

Permitir-me-ia ainda expressar o meu sincero apreço ao colega e atual presidente da ENIDH, Prof. Doutor Luis Batista, pela sua simpatia e excelente acolhimento no meu regresso tardio a esta Escola.

Em termos institucionais, apresento o meu sincero reconhecimento pelo apoio indispensável, à “Hempel (Portugal) Lda.” na pessoa do seu distinto Administrador, Dr. João Manuel Couto, que permitiu o meu "retorno" temporário aos "palcos" dos estaleiros nacionais, como acompanhante eventual da sua equipa técnica para recolha de elementos e demais apontamentos, conteúdos essenciais para a execução deste relatório.

Ainda associadamente à “Hempel”, sublinho o inestimável contributo dos antigos colegas e amigos de sempre: Eng. Orlando Pacífico de Sousa, Acácio Cunha, Eduardo Mateus, Fernando Carinha, Fernando Silva, José Pereira e Rui Cunha, pela compreensão, carinho e inteira disponibilidade que sempre me dedicaram.

A todos um grande "bem-haja" pela amizade e apoio desinteressado com que me privilegiaram.

ÍNDICE GERAL

Capítulo	Pág.
Resumo	i
“Abstract”	ii
Agradecimentos	iii
Índice Geral	v
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	xii
Siglas e Acrónimos	xiii
Glossário técnico	xiv
 1 - INTRODUÇÃO	 1
1.1 - Objecto e Âmbito do Trabalho de Pesquisa para Elaboração do Relatório	3
1.2 - Fundamentação e Base do Relatório	4
1.3 - Organização do Relatório	4
 2 - OPERAÇÕES DE TRATAMENTO DO CASCO DURANTE A DOCAGEM DE NAVIOS	 5
2.1 - Introdução	5
2.1.1 - Breve Historial Sobre o Revestimento dos Cascos dos Navios	5
2.1.2 - Incrustações de Origem Biológica nos Cascos dos Navios	6
2.1.2.1 - Tipos de Incrustações	6
2.1.2.2 - Classificação dos Organismos Marinhos	10
2.1.3 - Génese dos Revestimentos das Obras Vivas do Navios	13
2.1.4 - Tintas Marítimas	13
2.1.4.1 - Conceito Geral de Tinta	13
2.1.4.2 - Protecção Anticorrosiva, "A/C". Generalidades	14
2.1.4.2.1 - Os primários Anticorrosivos	16
2.1.4.2.2 - O Conceito “HB”, “Hi-Build”	16
2.1.4.3 - Classificação das Tintas Empregues no Meio Marítimo	16
2.1.4.4 - Razões Sobre o Revestimento dos Navios por Pintura	18
2.1.4.5 - O Folheto ou Ficha Técnica do Produto	20
2.1.4.6 - Parâmetros Principais	21
2.1.4.7 - Fórmulas Práticas Utilizadas Durante a Docagem	24
2.1.5 - Interação do Casco do Navio com o Meio Aquático Antivegetativos, Anti-incrustantes e Anti-aderentes	26
2.1.5.1 - A Origem dos "Antifoulings"	26
2.1.5.2 - A Produção Industrial de "Antifoulings"	27
2.1.5.3 - Classificação dos Antivegetativos Quanto à Matriz	27
2.1.5.3.1 - Antivegetativos de Matriz Solúvel	27
2.1.5.3.2 - Antivegetativos de Matriz Insolúvel	28
2.1.5.3.3 - Antivegetativos Autopolimentantes (SPC, selfpolishing copolymer)	29
2.1.5.3.4 - Classificação Resumida de Tintas Antivegetativas e Antiaderentes	30
2.1.5.3.5 - Futuras Tecnologias de "A/V"	31
2.1.6 - Os Anti-incrustantes de Última Geração	31
2.1.7 - Selecção de Antivegetativos “A/V” (“A/I” e “A/A”)	33

2.1.8 -	Garantias e Certificação	33
2.1.9 -	Conceitos e Metodologias para Pintura em Doca Seca	34
2.1.9.1 -	O Conceito "Tie Coat"	34
2.1.9.2 -	O Conceito "Sealer Coat" ou Selante	35
2.1.9.3 -	Contraste de Cores	35
2.1.9.4 -	Métodos de Aplicação, Rolo, Trincha e Pistola "Airless"	36
2.1.9.5 -	Rolo e Trincha	36
2.1.9.6 -	Pistola "Airless"	36
2.2 -	FASES DO PERÍODO DE DOCAGEM DOS NAVIOS	38
2.2.1 -	Entrada do Navio em Doca Seca	38
2.2.2 -	Início dos Trabalhos; Pré-tratamento do Casco	40
2.2.2.1 -	Lavagem com Jacto de Água Doce a Alta Pressão e Desengorduramento	40
2.2.2.2 -	Medição da Rugosidade do Casco, 1ª Fase	45
2.2.2.3 -	Teste de Sais na Superfície	46
2.2.2.4 -	Raspagem Manual (Hand scraping)	47
2.2.2.5 -	Inspecção de Doca; Pessoal Envolvido	48
2.2.2.6 -	Inspecção Após "LAP", Raspagem e Desengorduramento	49
2.2.2.7 -	Decisão e Aprovação dos Trabalhos; Especificação	51
2.2.3 -	A Especificação (Paint Specification / Paint Spec)	51
2.2.3.1 -	Generalidades dos Produtos Por Demão	52
2.2.3.2 -	Interacção Entre Produtos em Função do Sistema a Aplicar	52
2.2.4 -	Normas e Graus de Preparação de Superfície	52
2.2.4.1 -	O Abrasivo; Testes de Qualidade e Caracterização	53
2.2.4.2 -	Consumo Estimado de Granalha de Escória de Cobre	53
2.2.4.3 -	Métodos e Padrões de Decapagem	54
2.2.4.4 -	Decapagem Manual	54
2.2.4.5 -	Decapagem com "Robot" por Controlo Remoto	57
2.2.5 -	Meios e Acessos	58
2.2.5.1 -	Meios: Pistola "airless"; Ar comprimido	59
2.2.5.2 -	Acessos: Gruas-Bailéus; "Dock-arms"; "Cherry-pickers"; Tesouras	60
2.2.6 -	Inspecção ao Tratamento de Superfície e Aprovação	63
2.2.7 -	Operações Preliminares à Fase de Pintura	63
2.2.7.1 -	Condições Atmosféricas e Ambientais	63
2.2.7.2 -	Cálculos Auxiliares	64
2.2.7.3 -	Áreas do Navio pelo Método "Lloyd's"	64
2.2.7.4 -	Área dos Picadeiros	65
2.2.8 -	Sequência das Operações de Pintura	65
2.2.8.1 -	Primários e Demãos Intermédias	65
2.2.8.2 -	Prioridade no Acabamento do "Topside"	65
2.2.9 -	Pintura do Casco com Antiaderentes de Última Geração	66
2.2.9.1 -	Metodologia e Boas Práticas	66
2.2.9.1.2 -	Outros Requisitos Definidos pelo Fabricante	67
2.2.9.2 -	Cuidados e Precauções Complementares	72
2.2.9.2.1 -	Isolamento da Protecção Catódica	72
2.2.9.2.2 -	Isolamento dos Propulsores / Hélices, Odómetros e Sondas	73
2.2.9.2.3 -	Protecção de Embornais / Tacos de Madeira	74
2.2.9.2.4 -	Colocação de Tubagem / Mangas para Drenagem do Convés	74
2.2.9.2.5 -	Montagem de uma "Máscara" Isoladora	74

2.2.10 -	Execução dos Trabalhos de Pintura	75
2.2.11 -	Acabamentos e Conclusão dos Trabalhos de Docagem	75
2.2.11.1 -	Pintura de Ralos e Tomadas de Fundo	75
2.2.11.2 -	Calados, Nomes e Marcas	76
2.2.11.3 -	Tratamento de Queimados e Soldaduras	76
2.2.11.4 -	Corte de Linhas	78
2.2.11.5 -	Áreas de Teste. Pintura de "Inert Spots"	79
2.2.11.6 -	Compatibilidade de Produtos para Marcas e Calados	80
2.2.12 -	Emissão de Certificados de Tintas Antivegetativas	80
2.2.13 -	Monitorização, Controlo e Observações Intermédias	81
2.2.13.1 -	Condições Atmosféricas	81
2.2.13.2 -	Controlo da Espessura Húmida	83
2.2.13.3 -	Divisão de Distribuição de Latas	83
2.2.13.4 -	Controlo de Espessuras Secas	85
2.2.13.5 -	Controlo e Monitorização dos Trabalhos e das Principais Rotinas efectuadas ao Longo dos Períodos das Docagens	86
2.2.13.6 -	Fotografias	87
2.2.14 -	Notas Complementares Sobre a Docagem	87
2.2.14.1 -	Reparação de Danos Mecânicos / Soldaduras e Queimados	87
2.2.14.2 -	Pintura dos Propulsores	88
2.2.14.3 -	Desmontagem de Andaimos	89
2.2.14.4 -	Reparações de Silicone	90
2.2.14.5 -	Tratamento de Áreas Complementares	91
2.2.15 -	Equipamento e Material Auxiliar do Inspector	92
2.2.15.1 -	Equipamento de Inspeção	92
2.2.15.2 -	Equipamento de Segurança Individual	94
2.2.16 -	Assessoria Técnica a Bordo, Plano de Manutenção	94
2.2.17 -	"Progress Report" e Relatório Final	94
2.2.18 -	Temática Ambiental	96
2.2.19 -	Introdução ao Silicone Hempel de Última Geração	97
3 -	CONTRIBUTOS PARA A REDUÇÃO DE RUGOSIDADE	99
3.1 -	Conceito de Rugosidade	99
3.1.1 -	Rugosidade do Substrato Metálico	99
3.1.2 -	Rugosidade da Superfície Revestida por Pintura	100
3.2 -	Medição da Rugosidade do Casco; 2ª Fase	101
3.2.1 -	Notas Introdutórias	101
3.2.2 -	Revestimento da Superfície; Especificação de Pintura	102
3.2.3 -	Procedimentos; Metodologia; Equipamento	102
3.2.4 -	Equipamento e Metodologia	103
3.2.5 -	Resumo da Medição da Primeira Fase	104
3.2.6 -	Resumo da Segunda Fase de Medições	104
3.2.7 -	Processamento de Dados	105
3.2.8 -	Interpretação de Dados e Expectativa de Resultados	108
3.3 -	Rugosidade e Resistência Hidrodinâmica do Casco do Navio	110
3.3.1 -	Conceitos Básicos de Hidrodinâmica Aplicada ao Trabalho	110
3.3.1.1 -	Introdução	110
3.3.1.2 -	Resistência Total do Navio e Rugosidade do Casco	110
3.3.1.3 -	"William Froude"	111
3.3.1.4 -	A Resistência Aerodinâmica do Navio	112

3.3.1.5 - A Potência para Propulsão do Navio	112
3.3.1.6 - Quantificação de Factores Associados à Rugosidade do Casco	113
3.3.1.7 - O Revestimento de Silicone e o Fenómeno das Micro-rugosidades	115
3.3.1.8 - O Perfil do Casco dos Navios; O Bolbo	116
 4 - CONCLUSÃO	 117
 5 - NOTAS FINAIS	 120
5.1 - Fabricantes Mundiais de Tintas Marítimas	120
5.2 - Bibliografia	121
 6 - APPÊNDICES	 122
6.1 - Apêndice I - Teste de Sais Residuais na Superfície	122
6.1.1 - Sais Solúveis em Água	123
6.1.2 - Teste para Detecção de Sais	123
6.1.3 - Condutividade Eléctrica	123
6.1.4 - Análise de Sais “in situ”	123
6.1.5 - Resultados Obtidos	124
 6.2 - Apêndice II - Testes ao Abrasivo, Granalha (escória de cobre)	 127
6.2.1 - Introdução	127
6.2.2 - Testes ao Abrasivo; Granulometria e Sais	128
6.2.3 - Análise de Granulometria na Lisnave (norma ISO 11126)	128
6.2.4 - Conclusão Acerca da Granulometria	130
6.2.5 - Teste de Sais à Granalha (norma ISO 11127)	131
6.2.6 - Resultados e Conclusões	133
 7 - ANEXOS	 135
7.1 - Anexo I - Especificação de Pintura	
7.2 - Anexo II - Certificado de “A/F”	
7.3 - Anexo III - Distribuição de Latas de “Tie-Coat” (Nexus)	
7.4 - Anexo IV - Distribuição de Latas “A/A” de Silicone (Hempaguard)	
7.5 - Anexo V - "Progress Report"	
7.6 - Anexo VI - Relatório Final	
7.7 - Anexo VII - Folhas Técnicas / Especificação de Produtos: primário epoxídico, acabamento poliuretano do topside, “A/F” para “Bootop”; “Tie-coat” (Nexus) e Anti-incrustante de silicone (Hempaguard).	

ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Referência	Pág.
1	Material de origem betuminosa	5
2	Docagem de um navio na Lisnave Mitrena em 2013	7
3	Grande densidade de inscrustrações	7
4	Grelha de um ralo de fundo	8
5	Doca 2, Naval-Rocha, Lisboa	9
6	Zona de detalhe relativa à foto anterior	9
7	Colónias de cracas de dimensão média	10
8	Colónias de marisco	11
9	Colónia de cracas pequenas	11
10	Fundo chato de navio após entrada em doca	12
11	“Cutty Sark”, ex Barca portuguesa “Ferreira”	12
12	Estaleiro de Peniche. Fundo vertical de uma embarcação de pesca	17
13	Fundo chato de um navio de carga	18
14	Robalete	19
15	Robalete aparentando bom estado de revestimento	19
16	Escotilhas e convés de um navio no Porto de Leixões	20
17	Extrato de um catálogo de cores	22
18	Folha de descrição técnica do produto	22
19	Matriz Solúvel	27
20	Matriz Insolúvel	28
21	Sistema autopolimentante	29
22	Condição do fundo chato após “LAP”	30
23	N/M “Atlântida. Condição do casco à entrada em doca	31
24	N/M “Atlântida. Lavagem com água doce a alta pressão	32
25	N/M “Atlântida. Detalhe referente à foto anterior	32
26	N/M “Atlântida. Aspecto do casco após lavagem a alta pressão	32
27	Aplicação de Silicone vermelho de acabamento no fundo chato	35
28	Aplicação de “A/I” de silicone no fundo chato	36
29	Sistema de pintura “Airless” da marca “Graco”	37
30	Conjunto bico, guardas e válvula	37
31	Assentamento do navio nos picadeiros	38
32	Esquema de entrada do navio em doca (plano transversal)	39
33	Entrada do navio em doca	39
34	Lavagem com jacto de água doce a alta pressão, 200 bar	40
35	Verificação de vestígios de depósitos, aparentemente óleos	41
36	Análise da superfície pelo inspector	41
37	“LAP”	42
38	Contaminação do “Topside” por produtos químicos	42
39	Conclusão da lavagem a alta pressão no fundo chato	43
40	Hidro-pressurizador	43
41	Raspagem de marisco no fundo chato de uma draga	44
42	“Cross cut”. Corte em cruz	44
43	Inspector na operação de medição de rugosidade no fundo vertical	45
44	Aparelho medidor/registador de rugosidade da marca “TQC”	45
45	Calibração do aparelho medidor de rugosidade	46
46	Medição de rugosidade no fundo chato.	47

47	Raspagem manual de marisco e tintas soltas	47
48	Conclusão dos trabalhos de raspagem manual no fundo chato	48
49	Revestimento extenso de marisco no fundo chato de um navio	50
50	Recolha de marisco em contentor no fundo da doca	50
51	Aspecto do fundo chato após “LAP”	50
52	“Kit” de papel para medição de pH para valores entre 1 e 14	51
53	Lisnave Mitrena. Decapagem em “spots” ao grau Sa 2 ½	54
54	Rugosímetros-comparadores tácteis	55
55	Tubeira ou alojamento do impulsor, “bowthruster” de proa	55
56	A mesma zona da foto anterior, após operação de “gritsweeping”	56
57	Decapagem manual ao grau Sa 2 ½ da porta do leme	56
58	Decapagem manual seguida ao grau Sa 2 ½ da zona do delgado	57
59	Hidrodecapagem por meio de “robot”	58
60	Pormenor da hidrodecapagem seguida ao grau Sa 2 ½	58
61	Pormenor da hidrodecapagem no fundo vertical	59
62	Verificação do padrão de rugosidade da superfície	59
63	“LAP”	60
64	Plataforma elevatória articulada conhecida por “tesoura”	61
65	Aplicação da primeira demão de retoques	61
66	Naval Rocha. Recurso ao bailéu para pintura a rolo	62
67	Pormenor da utilização de uma unidade “Cherry-Picker”	62
68	Braços articulados, “Dock arms”	63
69	Aplicação da primeira demão de retoques e primário	66
70	Contentor aquecido electricamente	69
71	“Tie-coat” de três componentes	70
72	Tubo de aspiração de tinta em condições inaceitáveis	71
73	Agitador impróprio para utilização por mau estado de limpeza	71
74	Aspecto do bico de pintura “airless” após aplicação de silicone	71
75	Docagem na Lisnave Mitrena	72
76	Operação de isolamento do hélice e dos zínco da porta do leme	73
77	Protecção dos ânodos de alumínio no robaete, com fita isoladora	73
78	Colocação de mangueiras para drenagem nos lados verticais	74
79	Montagem de “máscara” sobre o “boottop”	75
80	Pintura das marcas de calado no “topside” “boottop”	76
81	Após a conclusão da fase principal de pintura	76
82	Colocação de uma chapa nova no “topside”	77
83	Soldadura de ânodos de zinco no encolamento	77
84	Retocando a rolo zonas entretanto danificadas por soldadura	78
85	Corte de linhas a rolo, neste caso a linha de carregado “DLL”	78
86	Detalhe da operação de corte da “DLL” a rolo	79
87	Colocação de marcas brancas, vulgo “inert spots”	79
88	Pintura das marcas de calado com silicone branco por meio de rolo	80
89	Corte de linhas a rolo, da “DLL”, linha de carregado com “A/F”	81
90	Boletim meteorológico português através do “site” IPMA	82
91	Boletim meteorológico “Windguru”, específico para a Lisnave	82
92	“Pente”. Dispositivo medidor de espessuras húmidas	83
93	Divisão de latas para aplicação de “A/I” de silicone	84
94	Disco calculador do ponto de orvalho	84
95	Modelos distintos de psicrómetros utilizados em campo	85
96	Instrumentação. Termómetro de contacto e anemómetro	85

97	Instrumentação. Medidor/registador electrónico de espessuras	86
98	Montagem de andaimes para reparação da pintura do hélice	88
99	Conclusão dos trabalhos de reparação por meio de retoques	89
100	Fundo chato. Colocação de um pequeno painel de chapa	89
101	Remoção por “LAP” da película de primário epoxídico	90
102	Conclusão da “LAP” para remoção do primário excedente	91
103	Tratamento mecânico em “spots” ao grau St3	91
104	Pintura do convés após hidrodecapagem manual	92
105	Acabamento do convés na sequência da foto anterior	92
106	Conclusão dos trabalhos de aplicação de Silicone	95
107	Lisnave Mitrena, doca 22. Cortinas de água para protecção	96
108	Empilhamento de latas usadas	96
109	Perfil típico de rugosidade de uma superfície pintada	99
110	Medição de rugosidade após aplicação de “A/A” de silicone	103
111	Monitor “LCD” do aparelho medidor/registador de rugosidade	104
112	Medição da rugosidade após aplicação de “A/A” de silicone	105
113	Detalhe da operação de medição de rugosidade do fundo vertical	106
114	Docagem de um navio na Lisnave Mitrena em 2014	109
115	Tanque de “Froude” para experiências com modelos	111
116	Ilustração das várias componentes da resistência	112
117	Lisnave Mitrena. Bolbo.	116
118	Dispositivo de medição de condutividade eléctrica, condutivímetro	125
119	“Injecção” de 3,5 ml de água desmineralizada na membrana	125
120	Medição da condutividade	126
121	Silos de granalha. Recolha de amostras na Lisnave	127
122	Pesagem de granalha. Retenção de material no filtro de malha	128
123	Empilhamento dos elementos de filtragem	130
124	Pesagem de um lote de 100g de granalha para testes	131
125	Processo de agitação de duas amostras com 100g de granalha	132
126	Medição da condutividade de sais da granalha em solução	132

Nota: Em virtude da legendagem de várias figuras incluir eventualmente uma descrição algo extensa, reforçando o texto associado, as respectivas referências nalguns casos, apresentam-se resumidas.

ÍNDICE DE TABELAS

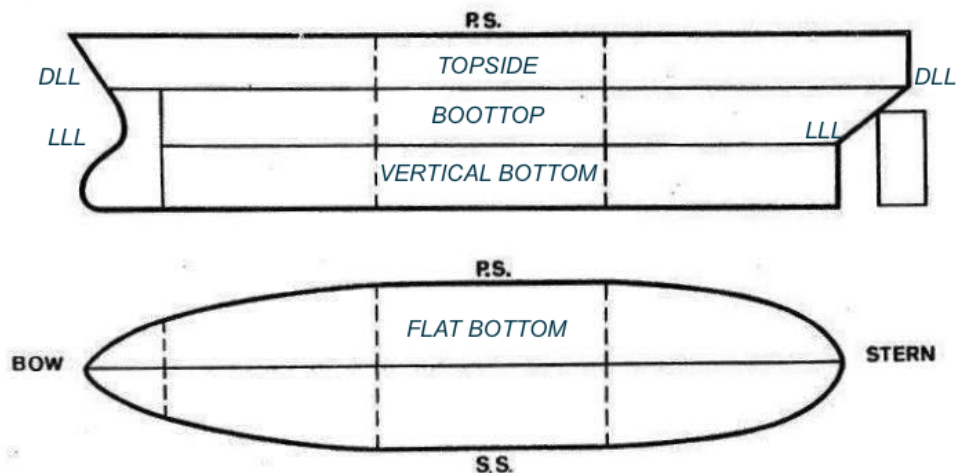
Número	Referência	Pág.
1	Classificação sintética de organismos marinhos de origem animal e vegetal.	10
2	Monitorização de Dados e Condições.	87
3	Extrato de Tabela do “Hempel Coating Reference Book”.	93
4	Fundo vertical e fundo chato. Medições de Rugosidade após entrada em doca e lavagem a alta pressão.	106
5	Fundo vertical e fundo chato. Medições de Rugosidade após trabalhos de pintura.	107
6	Resumo das medições de rugosidade do casco do navio.	107
7	Valores da medição da rugosidade no “boottop”.	109
8	Aumento de consumo/potência em termos percentuais, para manutenção do regime de velocidade original em função do atrito derivado do incremento de rugosidade do casco.	113
9	Influência da rugosidade na resistência das obras vivas do navio.	114
10	Limites de condutividade sobre aço, relativas à solubilidade de sais em água.	124
11	Resultados da pesagem e granulometria da granalha seleccionada.	129
12	Resultados relativos à granalha para utilização na decapagem do casco.	130
13	Tabela ISO 11126 para limites de condutividade relativamente ao conteúdo de sais em abrasivos de origem mineral.	133

SIGLAS E ACRÓNIMOS

- A/A - Antiaderente
- A/C - Anticorrosivo
- A/F - Antifouling; Antivegetativo
- A/I - Anti-incrustante
- A/V - Antivegetativo
- DDP - Diferença de potencial
- DLL - “Deep Load Line”; Linha de “carregado” do navio
- HB - “Hi-build”; Alta espessura
- ICCP - “Impressed Current Cathodic Protection”; Corrente imposta
- LAP - Lavagem (com água doce) a alta pressão
- LLL - “Light Load Line” - Linha de carga do navio “leve”
- Micron, μ - Micrómetro; milésima parte do milímetro
- RAL - Padrão internacional de cores
- Sa - Padrão internacional de decapagem; Sa 1; Sa 2; Sa 2 ½; Sa3
- SPC - “Self Polishing Copolymer”; Antivegetativo autopolimentante
- St - Padrão internacional de tratamento mecânico de superfícies; St2; St3
- TBT - “Tributitin”; Compostos organometálicos de estanho

Nota 1: Em virtude da natureza internacional destas operações, são normalmente aceites e empregues em ambiente profissional nos estaleiros navais, inúmeras designações de origem britânica, incorporadas no próprio vocabulário da actividade diária, razão pela qual a elas se recorre. Adiante é apresentado um pequeno Glossário técnico, a propósito da utilização das referidas palavras e expressões para uma conveniente interpretação do texto.

GLOSSÁRIO TÉCNICO (*)



Divisão do casco navio em áreas distintas, conforme as designações aplicadas pelos profissionais na indústria naval.

Neste glossário apresentam-se alguns significados para os termos utilizados no quotidiano, alternadamente em português e/ou inglês.

O esquema do navio junto, permite visualizar de forma clara as várias zonas em que se divide o casco para as operações práticas descritas no relatório.

Termos	Designação
Agente de Cura (Curing agent)	Em tintas de dois ou mais componentes, o agente de cura é o reagente ou acelerador/catalizador, promotor do processo de secagem, reagindo com a base da tinta, por forma a consolidar a película. É vulgarmente conhecido por secante.
Airless	Processo de pintura industrial de aplicação de tinta pressurizada sem mistura com ar.
Ancoragem	Fixação da tinta sobre a chapa metálica com um determinado perfil de rugosidade.
Biocidas	Pigmentos tóxicos, que incorporam os antivegetativos inibindo as incrustações orgânicas (flora e fauna).
“Boottop” (vidé esquema)	Sector dos lados verticais do navio, entre a linha leve, “LLL” e a linha de carregado, “DLL”.
Casco (Hull)	Carcaça metálica do navio incluindo o costado, “boottop, fundo vertical e fundo chato.
“Cherry-picker”	Plataforma elevatória móvel, mecânica, com cesto para acesso de pessoal a pontos elevados do costado do navio.
Encolamento	Zona curva de transição; fronteira física entre o fundo chato e o fundo vertical.
“Epoxy”	Resina de dois componentes. Este tipo de tintas tem crescente aplicação na construção e reparação naval em virtude das excelentes propriedades e versatilidade.
Filmificação	Mecanismo associado à secagem das tintas resultando num processo de formação de uma película sólida contínua após a libertação total de solventes e completa a reacção com o agente de cura ou o oxigénio conforme o tipo de produtos empregues.

“Flat bottom” (vidé esquema)	Fundo Chato: zona do fundo do navio que engloba a quilha e toda a área envolvente até ao encolamento.
“Fouling” (Inscrustações)	Organismos de origem animal e/ou vegetal passíveis de se incrustar nos cascos dos navios.
“Grit”	Granalha: partículas abrasivas milimétricas, normalmente compostas por escória de cobre, e empregues na decapagem dos cascos, tanques, chapas e demais estruturas em aço dos navios, para preparação de superfície e posterior revestimento por pintura.
Matriz	Também designada por veículo, ligante ou corpo da tinta, é o principal componente aglutinante da tinta que lhe define as características e confere as principais propriedades.
Obras Mortas	Por oposição às Obras Vivas, integra todas as áreas emersas do navio, portanto acima da linha de flutuação.
Obras Vivas ou Querena	Refere-se à zona imersa do casco do navio abaixo da linha de água ou de flutuação.
Picadeiros (Keel blocks)	Blocos estruturais, actualmente consistindo numa base em betão e um topo composto por um alojamento rectangular em aço onde é inserida madeira. Alinhados previamente no fundo da doca formando o “berço”, servem para o assentamento dos navios. Dispositivos mais antigos como nos estaleiros da Naval-Rocha, baseiam-se numa construção em ferro fundido, encimados por barrote de madeira.
Robalete (Bilge keel)	Apêndice do casco em forma de viga longitudinal na zona plana do encolamento, que optimiza as propriedades hidrodinâmicas do navio, nomeadamente num aumento de estabilidade sob balanço transversal.
Spots	Pequenas áreas pontuais dispersas, localizadas na superfície do casco, destinadas a pré tratamento e revestimento.
Superestrutura	Também designada por casario, refere-se à zona habitacional do navio, incorporando ponte, acessos à casa das máquinas, escritórios, paióis, camarotes ou alojamentos, consolas de operação, cozinha, messes, ginásio e demais espaços frequentados pela tripulação.
Superintendente	Delegado técnico do armador, seu representante durante as docagens e reparação dos navios.
Topside (vidé esquema)	Costado do navio. Zona superior do casco, integrada nas obras mortas, compreendida entre a linha de carregado e a borda falsa.
Vertical Bottom (vidé esquema)	Fundo Vertical: região vertical do casco do navio compreendida entre a linha de flutuação “leve” e o plano da quilha, isto é, entre o “Boottop” e o encolamento.
Viscosidade	Propriedade física dos fluidos caracterizada pela maior ou menor resistência escoamento, em função da temperatura.
Zincos	Designação genérica atribuída aos ânodos sacrificiais de zinco, inclusivé de alumínio, instalados na zona imersa do navio, ao longo do encolamento, nos ralos de fundo e nas zonas dos hélices ou outras, para protecção catódica.

(*) Neste Glossário são apresentadas algumas palavras ou termos menos conhecidos pelo público e entidades alheias a este sector profissional.

1 - INTRODUÇÃO

Apesar do lamentável encerramento nas décadas recentes de vários estaleiros navais portugueses dedicados à construção e reparação de navios, nomeada e particularmente, a Lisnave-Margueira, e colocando de parte toda a polémica a esse facto associada, a realidade é que, apesar de tudo, nos dias de hoje ainda se observam bem activas e relativamente prósperas felizmente, algumas instalações neste sector de actividade, com forte potencial de continuidade e sucesso, com perspectivas positivas para futuro. Assim, neste caso, podem ser referidos na região de Lisboa, a Naval-Rocha, o Arsenal do Alfeite e a Lisnave Mitrena, este último para navios de maiores dimensões.

Neste ponto, será interessante referir, a recente reactivação dos Estaleiros Navais de Viana do Castelo, pela mão do grupo Martifer, que desejavelmente, poderão de alguma forma vir a contribuir para voltar a dinamizar o sector da construção naval neste país.

A localização estratégica nas rotas atlânticas, bem como as relativamente favoráveis condições climáticas, experiência de décadas dos técnicos, engenheiros, operários especializados e demais agentes do sector naval, bem como alguma tradição, potenciam aos armadores internacionais a selecção destes locais em Portugal para docarem os seus navios.

De salientar que, relativamente às condições atmosféricas, se tem vindo a observar o agravamento das condições adversas nestes anos mais recentes, desesperando todos os interessados envolvidos em docagens, relativamente às suas expectativas em termos de humidades, chuva e ventos, particularmente na Mitrena, em que estes elementos de clima se têm observado por vezes, algo desajustados dos padrões para as respectivas épocas, nomeadamente durante os períodos de Verão e Primavera. No entanto, e apesar das referidas irregularidades atmosféricas, Portugal continua a oferecer excelentes condições em termos de infra-estruturas e "know-how" conforme pode ser comprovado pela presença continuada de navios dos grandes armadores neste país, nomeadamente, a "Maersk" e "TK", entre outros.

Como corolário destes factores, os estaleiros referidos continuam a desenvolver de forma regular e contínua as suas actividades, com significativo peso económico criando riqueza e mantendo um razoável numero de postos de trabalho directos e indirectos, especialmente na região de implantação, associados ao fornecimento de alguns bens e, sobretudo serviços, dinamizando assim o respectivo sector.

A proposta de elaboração deste relatório, efectuada sob moldes de estágio, essencialmente suportada por uma actividade de "campo" que decorreu ao longo do período de mestrado na ENIDH, incidiu na observação e registo da complexidade de de operações de manutenção e reparação de cascos de navios, realizado nos referidos estaleiros nacionais, com o apoio e acompanhando do corpo técnico da empresa "Hempel Portugal", que em muito facilitou o acesso aos referidos locais e aos navios bem como à recolha de informações indispensáveis à sua elaboração.

Através da adequada organização dos elementos recolhidos, informação e documentação geral, fotografias, medição de condições e demais dados, foi possível estruturar uma selecção dos variados temas, componentes das diversas actividades integrantes de todo um processo, permitindo-se desta forma a descrição do mesmo, com o objectivo de registar as diversas etapas de trabalho para optimização das condições de rugosidade do casco sob uma perspectiva de economia de combustível e consequentemente redução dos custos de exploração do navio, contribuindo simultâneamente para a preservação do meio ambiente.

1.1 - Objectivo e Âmbito do Trabalho de Pesquisa para elaboração do Relatório

Para além do essencial carácter de complemento académico, o objectivo deste relatório é simultaneamente, pesquisar, descrever e interpretar o processo de docagem de navios numa abordagem prática e de, com base nos elementos recolhidos, abordar uma questão sempre pertinente; otimizar os custos de exploração do navio através da redução do consumo de combustível, como resultado da diminuição e uniformização continuada da rugosidade dos cascos por meio de um tratamento específico da superfície e aplicação de revestimentos por pintura de última geração, dando posteriormente a conhecer os meios para elaboração deste relatório, de todo o processo e das conclusões retiradas da experiência.

Entendendo-se que este relatório possa vir a ser consultado por eventuais interessados na matéria, ao longo do texto são complementarmente apresentadas algumas informações úteis acompanhando os vários temas, com algum carácter didático por forma a ilustrar melhor os diversos passos e processos ao longo da actividade.

A selecção dos vários elementos técnicos recolhidos para posterior processamento, nomeada e principalmente durante algumas visitas aos Estaleiros Navais da Lisnave Mitrena, Naval Rocha e ainda no Arsenal do Alfeite, Estaleiros Navais de Peniche e Estaleiros Navais de Viana do Castelo, durante o primeiro e segundo anos lectivos deste mestrado, permitiu pesquisar e estruturar o trabalho numa perspectiva profissional, e paralelamente, divulgar e familiarizar entidades alheias a esta temática, em particular alunos da ENIDH e profissionais da marinha mercante que, conforme tradição, possam potencializar o seu interesse e ampliar conhecimentos através da abordagem destas matérias.

Complementarmente, para apoio e clarificação de alguns conhecimentos nas diversas áreas abordadas no relatório, foram consultadas as publicações adequadas, referidas na bibliografia do trabalho.

1.2 - Fundamentação e Bases do Relatório

Este relatório apoia-se essencialmente em elementos recolhidos durante algumas docagens de navios na Lisnave Mitrena, por questões de proximidade geográfica, em virtude da sua dimensão, número de unidades entradas, e complexidade de trabalhos levados a cabo, se bem que, pontualmente, se recorra a alguns dados complementares provenientes dos outros estaleiros mencionados.

Embora respeitando uma metodologia sequencial de etapas de operações, são seleccionados e descritos elementos recolhidos durante a reparação de diversos navios em doca por forma a apresentar uma visão mais ampla e abrangente das diversas tipologias de tratamento geral dos cascos e em particular, das obras vivas.

Para elaboração do trabalho foi indispensável recorrer ao apoio de uma empresa, neste caso a Hempel Portugal Lda., para resolução e ultrapassagem de questões associadas aos desembarços burocráticos e à facilidade de acesso e de circulação em estaleiros navais e a bordo de navios e obtenção de fotografias, na qualidade de acompanhante ocasional do respectivo corpo técnico da empresa em períodos de docagens de navios, bem como no recurso a documentação e cedência de instrumentação específica, meios sem os quais este relatório não teria sido possível.

1.3 - Organização do Relatório

Este estudo assenta essencialmente em duas vertentes: uma primeira parte associada à actividade de campo, relacionada com o acompanhamento das operações de tratamento do casco durante a docagem dos navios, incluindo nomeadamente, inspecção e avaliação das condições dos cascos, a definição do tratamento a que irão ser sujeitos, as várias fases de preparação de superfície e aplicação de revestimentos por pintura, a avaliação das condições atmosféricas e o controlo de qualidade dos trabalhos, até à flutuação do navios; e uma segunda parte que aborda a questão da medição e avaliação dos parâmetros de rugosidade dos cascos nas condições de entrada e de saída da doca e respectivas conclusões associadas ao novo perfil da superfície e respectivo contributo para a economia de combustível resultante do grau de qualidade do nível de tratamento aplicado.

2 - OPERAÇÕES DE TRATAMENTO DO CASCO DURANTE A DOCAGEM DE NAVIOS

2.1 - Introdução

A evolução tecnológica dos materiais, cada vez mais indissociável das questões relativas à preservação do meio ambiente, tem conduzido à optimização de inúmeros produtos e equipamentos em geral, e no sector naval em particular, na busca de soluções que possam contribuir para a diminuição dos respectivos custos de exploração dos navios, como no presente caso, estendendo substancialmente os períodos entre docagens e reduzindo o consumo de combustível.

2.1.1 - Breve historial sobre o revestimento dos cascos dos navios

Uma das preocupações dos marinheiros nos primórdios da navegação, terá incidido no revestimento do casco das suas embarcações por forma a garantir protecção contra a deposição de organismos marinhos e a máxima estanqueidade sob condições de mar adversas.

Para esse efeito, já na pré-história se utilizariam revestimentos à base de resinas e alcatrões isto é, produtos betuminosos naturais, semelhantes ao produto apresentado na figura 1, aplicados directamente nos cascos de madeira, muito interessantes pelas suas características de viscoelasticidade e impermeabilização. Posteriormente seriam ainda aplicadas nas obras vivas, misturas de resinas, óleo de baleia e outros produtos naturais, todos com o mesmo propósito de assegurar o isolamento entre o meio aquático, o material de construção do casco e, naturalmente o interior da embarcação.



Fig.1. Material de origem betuminosa, asfáltica, caracterizado pela alta viscosidade.
Fonte: http://www.blanic.co.za/images/butimen_2.jpg.

Durante o sec. XVIII, antes ainda do advento dos navios a vapor, as querenas de madeira, particularmente dos navios maiores e mais rápidos, nomeadamente dos "Clippers" do chá, eram dotadas de um revestimento consolidado por meio de lâminas ou placas metálicas numa liga à base de cobre que, para além das propriedades de protecção anticorrosivas relativamente à deteriorização da madeira exposta à água salgada e garantia de melhor estanqueidade, observava-se, teriam um dupla vantagem: reduzir as incrustações de origem vegetal e animal desenvolvidas particularmente em períodos de maior imobilização e manter uma superfície isenta de irregularidades durante períodos relativamente alargados, promovendo assim a optimização da velocidade proporcionada pelo vento na navegação à vela.

2.1.2 - Incrustações de Origem Biológica nos Cascos dos Navios

2.1.2.1 - Tipos de Incrustações

Diante dos vários factores anteriormente referidos, e se bem que para um domínio efectivo da rugosidade do casco, anomalias tais como despelamentos de tintas velhas, bolhas eventualmente provocadas por efeitos da protecção catódica, corrosão, danos mecânicos das amarras e defensas, eventuais arrastos e demais irregularidades e descontinuidades da superfície, os quais deverão ser evitados, reduzidos ou eliminados de forma adequada, através de uma conveniente preparação de superfície e posterior revestimento por pintura, as incrustações biológicas independentemente do estado da superfície, obrigarão a um cuidado mais específico, nomeadamente na selecção com base nas características associadas à longevidade prevista do antivegetativo que seja suposto aplicar.

As próximas figuras numeradas entre 2 e 10 permitem ilustrar alguns destes fenómenos com que normalmente se deparam os armadores por ocasião da docagem dos navios.

Relativamente a inscrustações ou organismos aderentes ao casco, e para enquadramento com o trabalho, estas podem apresentar-se resumidamente da seguinte forma:

1 - Organismos vegetais microscópicos, ou micro-organismos, compreendendo as Micro-algas ou Limo rasteiro (weed, slime), que normalmente se apresentam segundo um padrão contínuo, revestindo a superfície na forma de uma "nata ligeira", distribuída ao longo de amplas extensões, nas zonas permanentemente imersas do fundo vertical, desenvolvendo-se especialmente nos locais de maior incidência da luz em virtude do efeito de fotossíntese.



Fig.2. Docagem de um navio na Lisnave Mitrena em 2013. Condição do casco após esgoto da doca. Observa-se a presença de limo rasteiro extenso, mais acentuado numa faixa contínua com cerca de 40 cm ao longo de todo o perímetro.

Fonte: Foto do Autor.

2 - Organismos Vegetais macroscópicos extensos, Algas, algumas espécies também conhecidas no meio profissional por "barbas", normalmente mais densamente distribuídos ao longo do fundo vertical na zona da linha-de-água, onde a influência da luz do sol é mais acentuada, acelerando-se assim o seu processo de crescimento.

Por vezes, e no caso de ser longamente ultrapassado o período de vida útil do antivegetativo no fundo chato e fundo vertical, conjugado com outros factores como por exemplo longa imobilização em águas tropicais, observam-se extensas áreas densamente povoadas por algas cujo comprimento atinge vários centímetros. Nestas circunstâncias desenvolvem-se em paralelo inscrustrações de origem animal conforme as características ecológicas do ambiente em que o navio se encontra.



Fig.3. Grande densidade de inscrustrações. Este navio, de dragagens internacionais, em virtude das baixas velocidades de operação e períodos de relativa imobilização em águas quentes, proporcionou o desenvolvimento destas colónias biológicas mais acentuado, quando o período de vida útil do "A/V" foi excedido.

Fonte: Foto do autor.

3 - Cracas, Lapas e outros Moluscos. São organismos de carapaças calcárias, univalves ou bivalves, cujas dimensões, à semelhança dos limos, são igualmente passíveis de atingir tamanhos consideráveis, desde escassos milímetros, até alguns centímetros, sendo tendencialmente mais desenvolvidos nas zonas do fundo chato, encolamento, robaletes, zonas de picadeiros velhos sem "A/F", grelhas e demais áreas "abrigadas", onde o fenómeno de resistência por fricção é mais reduzido e por conseguinte o seu crescimento mais favorecido.

Dispondo de tempo e condições para o seu desenvolvimento, os mariscos, particularmente as cracas/lapas, atingem graus de maturidade que poderão dificultar a sua total remoção exclusivamente por meio de raspagem manual. Não raras vezes, raspadas as carapaças, irão permanecer as respectivas bases, normalmente de forma circular, revelando uma extraordinária aderência ao casco o que frequentemente obriga à sua remoção com recurso a decapagem com jacto abrasivo, promovendo uma preparação de superfície apropriada para obtenção de um perfil mais uniforme e regular.



Fig.4. Grelha de um ralo de fundo. Inscrustações de marisco com bases calcárias.
Fonte: Foto do autor.

Já na antiguidade, o desenvolvimento de colónias de organismos vegetais e animais, revelou-se ser inibida na presença do óxido de cobre de tonalidade esverdeada, entretanto gerado na superfície e resultante do processo da reacção electroquímica da imersão das placas em água salgada.

No que respeita aos organismos passíveis de deposição no fundo dos navios, dispensa-se aqui uma abordagem de carácter científico, nomeadamente na caracterização dos mesmos a qual, podendo revestir-se de todo o interesse, deverá conduzir a um desenvolvimento apropriado noutro tipo de pesquisa, e de natureza biológica em campos do conhecimento distintos do presente.

Neste caso, e para além de algumas referências genéricas relativamente ao tipo destes organismos, recorre-se simplesmente à designação de inscrustações animais e/ou

vegetais, fauna e flora, baseadas em micro ou macro organismos conforme a ordem de grandeza das suas dimensões.

Por forma a dar uma pequena ideia do tempo de desenvolvimento de organismos vegetais em superfícies não protegidas por "A/F", as fotos seguintes documentam de forma interessante, a deposição e desenvolvimento de algas na doca número 2 da Naval-Rocha, que por motivos de obras de reparação se manteve inundada durante um período de cerca de dois meses.



Fig.5. Doca 2, Naval-Rocha, Lisboa. Desenvolvimento de incrustações de origem vegetal ao longo das paredes da doca após 57 dias de exposição continuada e directa ao meio aquático.

Fonte: Foto do autor.



Fig.6. Zona de detalhe relativamente à foto anterior.

Fonte: Foto do autor.

A taxa de desenvolvimento de incrustações é condicionada em função do meio aquático, natureza das águas, pH, salinidade, temperaturas, sais dissolvidos,

concentração de oxigénio, baixas velocidades e demais condições e meios propícios ao desenvolvimento de tais organismos.

Consideram-se condições óptimas para o rápido crescimento destes organismos as águas quentes tropicais e equatoriais mais ricas e variadas em espécies. No entanto, e conforme se pode verificar através das fotos anteriores, mesmo nas águas relativamente mais frias como neste caso o rio Tejo, desenvolvem-se fácil e rapidamente colónias de organismos se as condições assim permitem.

2.1.2.2 - Classificação dos Organismos Marinhos

São conhecidos alguns milhares de espécies de organismos marinhos, passíveis de fixação nos cascos dos navios, que de um modo geral, podem classificar-se resumidamente na tabela seguinte:

Grupos	Flora	Fauna		
Subgrupos	Verdes, Vermelhas, Castanhas	Concha ou carapaça calcárea	Tipo Limo	Invertebrados
Designação	Algas e microalgas	Univalves (Lapas e Cracas), Bivalves (Moluscos)	Briozoas	Esponjas, Anémonas

Tab.1. Classificação sintética de organismos marinhos de origem animal e vegetal
Fonte: Elaboração do autor.

A fixação dos organismos passa por distintas fases e depende naturalmente da maior extensão do período de imobilização do navio, que promove directamente desta forma, o desenvolvimento e consolidação das colónias de flora e fauna marítimas.

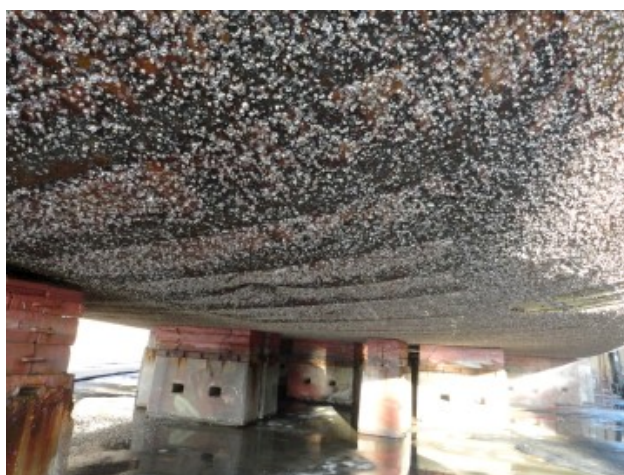


Fig.7. Colónias de cracas de dimensão média ao longo do fundo chato de uma draga.
Fonte: Foto do autor.



Fig.8. Colônias de marisco, bivalves e univalves, mexilhão e cracas, dispersas no fundo chato de um navio, revelando um razoável período de imobilização.
Fonte: Foto do autor.



Fig.9. Colônia de cracas pequenas, "baby barnacles" implantadas em zonas ocupadas pelos picadeiros velhos na docagem anterior, sem tratamento anti-vegetativo.
Fonte: Foto do autor.



Fig.10. Fundo chato de navio após entrada em doca. Observam-se algumas colónias de organismos vegetais, na forma de algas pendentes designadas na gíria por "barbas".

Fonte: Foto do autor.



Fig.11. "Cutty Sark", ex Barca portuguesa "Ferreira", ex "Maria do Amparo" da CNN, Companhia Nacional de Navegação. Museu de Greenwich, Uk. Revestimento da querena efectuado por meio de placas em liga de cobre.

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Cutty_Sark#/media/File:Cutty_Sark_stern.jpg.

Em complemento ao exposto, relativamente ao efeito adverso das incrustações em termos de atrito em virtude do agravamento das irregularidade do casco, será ainda interessante referir o facto de que, segundo dados estatísticos da "IMO", e numa situação extrema, por cada metro quadrado da querena de navio se pode atingir uma massa adicional de 150 kg de incrustações.

Estes dados, permitem concluir que, um navio de cerca de 250 metros de comprimento, com cerca de 10.000 m² de área do fundo chato, poderá apenas nessa zona, suportar uma massa adicional de 1500 t de organismos incrustados.

2.1.3 - Génese dos Revestimentos das Obras Vivas do Navios

A preocupação relativamente às características hidrodinâmicas das embarcações, remonta aos primórdios da navegação. Fenícios, Gregos, Cartagineses, Romanos e demais civilizações marítimas ancestrais procuraram manter os cascos dos seus navios, isentos de irregularidades e incrustações que pudessem comprometer a sua velocidade e capacidade de manobra.

O emprego de escudos, como armas defensivas, fabricados em ligas de cobre aplicados na protecção dos cascos, permitiu observar que este tipo de material inibia a fixação de organismos.

Desta forma, terão então recorrido a várias soluções de revestimento das obras vivas, originalmente baseadas em massas asfálticas, betumes, resinas, alcatrão e demais produtos naturais disponíveis que, teriam tido oportunidade de observar, eram dotados de algumas propriedades mais ou menos tóxicas, e por conseguinte, evitavam desse modo a deposição de organismos nos cascos.

Existem registos sobre o facto de os Romanos terem utilizado chapas de bronze e inclusivamente de chumbo, com essa mesma finalidade.

Com o desenvolvimento e afirmação da indústria naval em aço aliada à propulsão mecânica, para além da preocupação primária dos construtores relativamente aos revestimentos anticorrosivos, e já com antecedentes na experiência da redução de velocidade dos navios à vela, seria naturalmente necessário manter as obras vivas isentas de incrustações durante um período de tempo o mais alargado possível e de forma económica (fig.11).

Deste modo tem-se vindo a assistir desde essa fase, ao desenvolvimento e implementação de soluções diversas de revestimentos antivegetativos nas frotas mundiais de todos os tipos de navios e estruturas flutuantes passíveis de navegar, praticamente sem excepção.

Originalmente referidos como revestimentos ou tintas anti-vegetativas, "A/V", na prática profissional é mundialmente aplicado o termo inglês, "antifouling", "A/F", que se refere a tintas com determinadas características, sendo a principal, a incorporação de componentes bioactivos de base tóxica, por forma a inibir o crescimento e desenvolvimento de colónias biológicas baseadas em organismos vegetais e animais.

Presentemente, as tintas de última geração à base de silicone, são dotadas de propriedades anti-aderentes, "A/A", podendo ou não, integrar agentes venenosos, sendo no entanto definidas principalmente pelas suas características físicas principais; a de repelentes.

2.1.4 - Tintas Marítimas

2.1.4.1 - Conceito Geral de Tinta

Definição de tinta. Esta questão colocada perante um químico, merece uma resposta imediata, muito sucinta: tintas, na generalidade são polímeros. Esta foi na realidade a ideia com que fui confrontado há mais de 30 anos, aquando da formação inicial e estágio para inspector de corrosão e pintura naval e industrial.

Teóricamente, polímeros são pois cadeias mais ou menos longas de macro-moléculas orgânicas, compostas por monómeros, que por sua vez são moléculas de menores dimensões ou massa molecular. Através de fenómenos químicos designados por polimerização os monómeros são agrupados em polímeros formando-se novos materiais como é o caso particular das tintas.

Porém, e sob o ponto de vista prático, uma tinta é essencialmente um produto líquido com maior ou menor resistência ao escoamento, isto é, viscosidade, composta por uma base ou veículo ligante, por exemplo uma resina sintética, aglutinando agentes ou materiais sólidos na forma de pequenas partículas e líquidos solventes, que permite, quando aplicada sobre uma superfície, após consolidar o processo de cura e secagem, criar uma película contínua sobre esta, concedendo-lhe novas e determinadas propriedades em função da sua composição, e conforme a finalidade a que se destina.

2.1.4.2 - Protecção Anticorrosiva , "A/C". Generalidades

De acordo com o autor "Pierre R.Roberge" no seu livro "Handbook of Corrosion Engineering", a taxa anual da progressão da corrosão numa superfície estática de aço carbono mergulhada em água salgada, varia entre 100 e 200 microns em função do teor de oxigénio dissolvido no meio e das variações de temperatura observadas. Imprimindo-lhe velocidade e por conseguinte quando sujeita a um movimento de deslocação, aumentando o fluxo da massa de oxigénio a que é exposta, essa superfície passará a ser sujeita a uma taxa de corrosão que ultrapassará largamente aqueles valores.

À excepção dos produtos específicos para navios como no caso dos antivegetativos entre outros, as tintas marítimas são em geral muito idênticas ou, inclusivamente as mesmas, empregues em todas as estruturas metálicas e instalações industriais semelhantes.

Baseando-se este trabalho em navios de construção em aço, continuamente sujeitos a ambientes altamente corrosivos tanto na zona emersa como na região imersa, será fácil concluir que toda a estrutura seja necessariamente revestida por sistemas de pintura que permitam a protecção e o isolamento das superfícies relativamente ao meio aquático-salino.

Sustentando-se o trabalho essencialmente no revestimento de acabamento do casco, nomeadamente na respectiva zona permanentemente imersa, será no entanto entendido como indispensável, referir o processo ou meio de tratamento prévio da superfície, em termos de sistema de pintura, nomeadamente no que respeita aos primários anti-corrosivos, uma vez que, como referido, o relatório é fundamentado no tratamento de cascos construídos em aço carbono.

Sem aprofundamento deste tema, com amplo potencial para uma extensa análise que poderá igualmente fundamentar outros trabalhos com idêntico propósito, aborda-se desta forma o processo de protecção da superfície do casco com recurso à aplicação de sucessivos revestimentos de tintas.

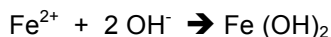
Passíveis de serem facilmente corroídas no meio em que se encontram permanentemente expostas, é necessário proceder ao isolamento de todas as estruturas e superfícies metálicas dos navios criando um efeito de barreira que garanta um revestimento contínuo e efectivo em toda a sua extensão.

Para além do processo de protecção específica por meio de pintura, complementam-no ainda no âmbito anticorrosivo provocado pelo efeito galvânico ou pilha electroquímica, a fixação ao casco de ânodos sacrificiais em zinco ou alumínio bem como, complementarmente ou em alternativa, a instalação de sistemas de corrente imposta "ICCP" (Impressed current cathodic protection).

Por forma a prevenir eventuais fenómenos electroquímicos pela interacção do casco com metais diferenciados, será importante salientar os cuidados necessários a ter na fase de especificação de tintas em geral, que possam incluir pigmentação metálica e de "A/V" em particular, em termos de compatibilidade relativamente à protecção catódica do casco, anodos e/ou corrente imposta. Na selecção dos sistemas de pintura haverá igualmente que ter em linha de conta o eventual teor de óxido de cobre e/ou outros metais passíveis de integrar a composição do "A/V".

A corrosão metálica em geral, e dos cascos de aço dos navios em particular, é provocada por uma "DDP" (diferença de potencial) da superfície, devido a descontinuidades estruturais do próprio metal e/ou na presença de impurezas, de outros metais ou óxidos.

O fenómeno resultante da combinação de iões de ferro e iões hidróxido resulta na formação de hidróxido de ferro traduzindo-se na seguinte fórmula:



Encontrando-se o navio parcialmente imerso em meio aquático salino, este funcionará como electrólito, gerando-se assim um efeito de pilha com correntes galvânicas promovendo-se desta forma um processo de corrosão. O metal menos nobre sob designação de ânodo irá corroer-se em benefício de metal mais nobre, o cátodo.

Sob o ponto de vista químico, em redor das zonas protegidas catódicamente, desenvolve-se um meio alcalino. Um dos defeitos no revestimento do casco, como anteriormente referido, tem a ver com a possibilidade de serem geradas bolhas aquosas entre camadas de tinta ou inclusivé, até ao próprio substrato, provocadas pela migração de água num processo designado por electro-osmose, um fenómeno causado por eventual desequilíbrio ou sobre-protecção catódica. Para prevenir e ultrapassar este efeito, será necessário seleccionar produtos que permitam obter uma boa espessura e aderência entre as várias camadas, por forma a ser promovida uma óptima impermeabilização do substrato.

Por estes motivos, será igualmente necessário optar sempre por tintas resistentes a meio alcalino, não saponificáveis, isto é, isentas de componentes que conduzam ao efeito de saponificação, a reacção química entre uma gordura ou óleo com uma base ou alcali, produzindo-se um sabão. Estão neste caso as tintas alquídicas, epoxy-ésteres e demais produtos à base de óleos secativos, não são recomendados para aplicação nas obras vivas.

2.1.4.2.1 - Os primários Anticorrosivos

Em termos de anti-corrosão e no caso particular da indústria naval, será sob o ponto de vista físico, necessário isolar a superfície relativamente ao meio e cumulativamente, dotar essa mesma superfície de propriedades que electricamente possuam o efeito de anular os danos da corrosão electroquímica, uma vez que a chapa metálica do navio mergulhada num eléctrolito, a água do mar, se comporta como um eléctrodo, normalmente sob forma de ânodo, e portanto passível de se corroer facilmente.

Na prática, e em termos das características dos primários anti-corrosivos, directamente aplicados sobre a superfície metálica, são por conseguinte considerados os seguintes efeitos de protecção: efeito de barreira ou impermeabilização e efeito de protecção catódica resultante da integração de pigmentos metálicos como componentes das tintas especificamente designadas como primários e que conferem protecção catódica por alteração do potencial eléctrico da superfície, inibindo o processo de corrosão.

2.1.4.2.2 - O Conceito "HB", "Hi-Build"

Na aplicação de primários anticorrosivos por efeito de barreira, recorre-se frequentemente ao emprego de tintas "hi-build" ou de alta espessura. Este conceito "HB", baseia-se em determinadas características conferidas ao produto, relativamente ao teor de sólidos e capacidade em tolerar maiores espessuras húmidas, sem o risco de escorridos normalmente provocados por sobre-espessura, promovendo-se uma maior espessura seca por demão, com o objectivo de aumentar as propriedades de protecção.

2.1.4.3 - Classificação de Tintas Empregues no Meio Marítimo

Na indústria da construção e reparação naval, recorre-se na generalidade a revestimentos baseados em tintas com variadas características consoante a aplicação a que se destinam. De um modo geral, estas podem normalmente classificar-se em três tipos distintos conforme o processo de secagem ou filmificação, do seguinte modo:

- Secagem física, para tintas de um componente, tais como borrachas cloradas, vinílicos e acrílicos, em que o processo de formação da película ou filmificação se limita à evaporação de solventes;

- Cura química, no caso dos epoxídicos, poliuretanos e silicones, tintas com mais de um componente cujo mecanismo de formação do filme, para além da evaporação de solventes, inclui também uma reacção química entre a base e o agente de cura ou aditivo.

Verificou-se durante as docagens, que alguns produtos de silicone da gama "Nexus" são passíveis de prolongar o intervalo de recobrimento em função da redução do grau de humidade ambiente, podendo-se neste caso deduzir sobre a influência deste factor na promoção da secagem deste tipo específico de tintas.

- Oxidação, para tintas à base de resinas sintéticas alquídicas, que apesar de se apresentarem como monocomponentes, se consideram um caso particular de cura química, com evaporação de solventes, integrando igualmente no processo, uma

reacção com o oxigénio do ar que aqui desempenha uma tarefa semelhante a um agente cura.

Embora igualmente utilizadas a bordo, as tintas de base aquosa ou emulsões são mais empregues nos alojamentos e portanto em interiores, com a vantagem de prevenção contra fogo, no entanto na actualidade, não se recomendam para aplicação em zonas expostas no exterior em virtude das suas moderadas propriedades anticorrosivas.

Relativamente à manutenção a bordo, e tendo-se assistido nas ultimas décadas à evolutiva contracção em termos de número de tripulantes, cada vez mais reduzido, recorre-se preferencialmente a tintas de um componente e, de um modo geral a produtos simples, de reduzida complexidade de manipulação. Em todo o caso, a evolução tecnológica de determinados produtos tem vindo a permitir um recurso crescente a tintas com mais de um componente para utilização a bordo, em consequência da sua compatibilidade, tolerância e flexibilidade de utilização, associadas à maior sensibilização do pessoal para estas tarefas, com todas as vantagens que daí advêm nomeadamente em virtude da maior resistência anticorrosiva, abrasiva e durabilidade face aos produtos classificados como convencionais.

Nos tempos mais recentes, observa-se ser notória a sensibilidade dos utilizadores em geral e em particular dos responsáveis, nomeadamente, imediatos, chefes de máquinas e contramestres que, para além da revelarem maior interesse nestas matérias, demonstram igualmente um conhecimento das mesmas relativamente sólido e amplo, permitindo-se assim um diálogo muito mais claro e esclarecedor no sentido de serem optimizadas as boas práticas relativamente a esta temática.



Fig.12. Estaleiro de Peniche, 2014. Fundo vertical de uma embarcação de pesca. Observam-se facilmente as inúmeras camadas de tintas velhas soltas, com graves problemas de aderência por sobresspessura. Apesar do relativamente baixo grau de corrosão, e de acordo com informação do armador, este casco será sujeito a decapagem total do fundo em 2016.

Fonte: Foto do autor.



Fig.13. Fundo chato de um navio de carga. Superfície em muito mau estado de aderência e corrosão, comprometendo sériamente os trabalhos no caso de não se optar por um tratamento adequado por decapagem.
Fonte: Foto do autor.

2.1.4.4 - Razões Sobre o Revestimento dos Navios por Pintura

Durante a formação específica no domínio das tintas em geral, e em particular, das tintas marítimas, umas das primeiras abordagens a que são sujeitos os formandos, incide na enumeração das razões pelas quais se pinta um navio.

São múltiplas as aplicações a que se destinam as tintas para o casco e para bordo dos navios. Para além das variadas propriedades específicas que conferem às respectivas superfícies, descrevem-se mais alguns argumentos que concorrem para as razões relativas ao revestimento por pintura de navios:

- identificação e sinalização variada; chaminé; armador/afretador; marcas para helicóptero; linhas de tubagem e canalização; nomes do navio e porto de registo; número IMO; marcas de calado; marcas da escada dos pilotos; marcas para rebocadores ao costado; marca de aviso para bolbo e impulsores
- sinalética de segurança
- cosmética e facilidade de limpeza
- resistência ao fogo
- propriedades de resistência térmica a altas temperaturas
- propriedades reflectivas de radiação luminosa (navios frigoríficos brancos)
- propriedades anti-contaminantes (tanques de água doce e de carga)
- camuflagem (navios militares)
- propriedades anti-corrosivas
- propriedades anti-derrapantes
- propriedades anti-abrasivas (proas e cascos dos "quebra-gelos")
- propriedades antivegetativas/anti-incrustantes/antiaderentes

Neste capítulo e ainda sobre este propósito, as fotos 12 a 16 demonstram alguns defeitos da superfície que regularmente podem ser observados nos casco de navios e que naturalmente obrigariam a uma intervenção.



Fig.14. Robalete. Desprendimento total das películas de tinta por má aderência ao substrato. Esta é uma situação frequente quando se procede à substituição total ou parcial da "viga" do robalete, não sendo possível por motivos operacionais, recorrer a decapagem, sujeitando-se a aplicação de tinta a um simples pré tratamento mecânico manual da superfície.

Fonte: Foto do autor.



Fig.15. Robalete de um navio aparentando bom estado de revestimento. Porém, observam-se graves problemas de aderência até ao substracto por deficiente tratamento de superfície não decapada e portanto sem perfil de ancoragem/rugosidade adequada.

Fonte: Foto do autor



Fig.16. Escotilhas e convés de um navio no Porto de Leixões, sujeito a longo período de imobilização. Séria contaminação por dejectos de gaivotas, obrigando futuramente a uma cuidada e extensa preparação de superfície previamente às operações de pintura.

Fonte: Foto do autor.

2.1.4.5 - O Folheto ou Ficha Técnica do Produto

Uma importante tarefa dos responsáveis envolvidos nestas temáticas, diz respeito à consulta consciente dos meios técnicos disponíveis, em particular através do recurso ao folheto, "Product data sheet", de cada um dos produtos em causa. A título exemplificativo, integram os anexos, algumas folhas técnicas de produtos predominantemente aplicados nas reparações integrais dos cascos, com pintura de silicone, utilizados durante a execução da maioria das docagens referidas como apoio a este relatório, nomeadamente:

- Hempadur Quattro 17634, primário epoxídico universal, de dois componentes, dotado de grande resistência à abrasão, ao meio salino e a óleos. Para aplicação nas zonas decapadas.
- Hempasyl Nexus 27302, de três componentes, à base de silicone, para demão intermédia, "Tie Coat", entre o sistema anticorrosivo e o acabamento antiaderente de silicone.
- Hemplathane Topcoat 55210, esmalte poliuretano brilhante de dois componentes, para acabamento do "Topside".
- Hempel's A/F Dynamic 79560, antivegetativo tipo "SPC", autopolimentante, com boa resistência mecânica e isento de organoestânicos. Aplicado geralmente na região do "Boottop" nas docagens de silicone registadas para este relatório.
- Hempaguard X7 89900, antiaderente avançado de última geração, de dois componentes, à base de silicone/hidrogel, incorporando biocidas. Aplicado no fundo vertical e fundo chato. Tolerância para intervalos entre docagens até 90 meses e períodos de imobilização até 120 dias.

Nota 2: Estes documentos são apresentados em Português ou Inglês, conforme a disponibilidade dos mesmos por parte do fabricante.

2.1.4.6 - Parâmetros Principais

Os principais produtores mundiais de tintas, possuem as suas distintas fichas de apresentação técnica dos respectivos produtos (fig. 18), porém são necessariamente descritos vários parâmetros principais, comuns referentes às suas características indispensáveis e transversais, independentemente da marca.

Para além da descrição do produto, detalhes das gamas específicas recomendadas, condições para aplicação e respectiva certificação, sublinham-se alguns elementos baseados em constantes físicas da tinta que a caracterizam, permitindo assim a sua selecção para enquadramento adequado numa especificação compatível em termos de produtos empregues, salientando-se os seguintes parâmetros:

Acabamento: Fosco (mate); Acetinado (satin); Meio-brilho (semi-gloss); Brilhante (gloss). Conforme a maior ou menor capacidade de reflexão da luz e aspecto da superfície após secagem.

Côr: Permite a selecção dos vários padrões de acabamento, bem como a vantagem de permitir o contraste entre demãos de primário e intermédias, garantindo uma cobertura contínua e homogênea ao longo de toda a superfície.

Cores RAL; Recurso ao catálogo RAL para definição de cores padronizadas

Ainda a propósito do capítulo referente a "côr", será oportuno e conveniente, fazer referência ao conceito "RAL".

Cada fabricante possui o seu código próprio e limitado de cores (fig. 17), porém, e em virtude da natureza internacional das várias indústrias em geral e da construção naval em particular, existem várias cores indexadas a um padrão internacional, denominado "RAL", permitindo assim solicitar em qualquer um dos principais portos mundiais, o fornecimento de tintas em cores padronizadas para os mais variados propósitos, permitindo ao fabricante local efectuar um ajuste ou afinação de côr que vá de encontro aos requisitos pretendidos.

A título de exemplo, o vermelho de sinal (signal red) da Hempel, cuja referência é 50800, corresponde ao código RAL 3001.

As mais diversas cores, particularmente aquelas associadas a questões de segurança, vermelho, laranja, amarelo, azul, verde convés, e as demais cores para propósitos de sinalização ou outros mais diversos, encontram correspondência na respectiva côr RAL associada.

Caso o fabricante não possua determinada côr na sua gama, basta referir o padrão RAL para que o mesmo possa mais facilmente ser produzido na qualidade do produto pretendido.

Existem armadores, que por questões de imagem, utilizam nos seus navios, inclusive nos seus emblemas e símbolos das chaminés, cores totalmente exclusivas, por vezes sem enquadramento RAL. A título de exemplo, refira-se o conhecido azul do costado "Maersk".

Remetendo-se esta afirmação para um argumento meramente pessoal, mas com algum fundamento prático, e tendo em conta o recurso à ampla gama de cores disponibilizada pelos principais fabricantes em geral e no catálogo RAL em particular, tal "capricho", em termos práticos, em especial para pequenas frotas, será pouco aconselhável.

	RAL: 2000 Hempel: 22120
	RAL: 2001 Hempel: 50060
	RAL: 2002 Hempel: 57020
	RAL: 2003 Hempel: 57030
	RAL: 2004 Hempel: 50190
	RAL: 2005 Hempel: 50180
	RAL: 2007 Hempel: 57070
	RAL: 2008 Hempel: 57080

HEMPEL

Fig.17. Extracto de um Catálogo de cores com números de referência do fabricante e correspondente numero RAL para uma gama específica de vermelhos/laranjas.
Fonte: “Hempel”.



Informação Técnica

HEMPALIN ENAMEL 52140

Descrição: Uso recomendado: Temperatura de serviço: Certificados / Aprovações: Disponibilidade: CONSTANTES FÍSICAS: Nº de Cores: Acabamento: Volume de sólidos, %: Rendimento teórico: Ponto de inflamação: Massa volumica: Secagem superficial: Secagem ao toque: Tor de COV:	HEMPALIN ENAMEL 52140 é um esmalte alquídico brilhante que forma um revestimento resistente à intempérie. É flexível e resistente à água salgada e a derrames de óleos minerais e outros hidrocarbonetos alifáticos. Como acabamento de usos gerais para superfícies de madeira e aço, em interior e exterior, em exposição a ambiente de pouco a moderadamente corrosivo. Como acabamento em casas da máquina, incluindo motor principal e maquinaria auxiliar. Máximo, apenas exposição a seco: 120°C/248°F (Estas temperaturas podem provocar o amarelamento/descoloração.) Aprovado como material de propagação lenta de chamas quando usado como parte de um sistema de pintura pré-definido. Por favor consulte "Declaração de Conformidade" em www.hempel.com para mais informações. Está de acordo com a Directiva EU 2004/42/CE, subcategoria I. Faz parte do Assortment do Grupo. Disponibilidade local sujeita a confirmação. 10000* / Branco, brilhante 48 a 1 15,3 m²/l (613,5 sq.ft./US gallon) - 30 micron/1,2 mils 38 °C (100,4 °F) 1,1 kg/litro (9 gilitros) 2,5 hora(s) a seco, a 20°C/68°F 6 - 8 hora(s) 20°C/68°F 425 g/l (3,3 gilitros) *Extensa gama de cores disponível através do sistema MIX T7-TINT Os valores das constantes físicas são dados nominais de acordo com as fórmulas aprovadas pelo grupo HEMPEL. PORMENORES DE APLICAÇÃO: Método de aplicação: Pistola arless / Pistola convencional / Trincha Diluinte (vol.máx.): 0820 (5%) / 0820 (15%) / 0820 (5%) Ver OBSERVAÇÕES no verso. Bico: 0,018" Pressão no bico: 150 bar (2175 bar) (Os dados para pistola arless são indicativos e sujeitos a ajustamento) Limpeza das ferramentas: HEMPEL'S DILUENTE 0820 Espessura seca de filme indicada: 30 micron (1,2 mils) Espessura húmida de filme indicada: 75 micron (3 mils) Intervalo de recozimento mínimo: Ver OBSERVAÇÕES no verso. Intervalo de recozimento máximo: Ver OBSERVAÇÕES no verso. Segurança: Manusear com cuidado. Antes e durante a utilização, ler e observar as recomendações dos rótulos das embalagens, consultar as fichas de segurança e seguir a regulamentação local ou nacional relativa a segurança.
---	---

Fig.18. Folha de descrição técnica do produto, Hempalin 52140-10000, esmalte alquídico, monocomponente, de acabamento branco brilhante, frequentemente utilizado para manutenção a bordo na zona das obras mortas.
Fonte: “Hempel”.

Espessura de Tinta Húmida "EH" ("WFT" Wet Film Thickness): Reporta-se à espessura medida em microns (1 mm = 1000 microns), no momento de aplicação da tinta numa superfície plana.

Espessura de Tinta Seca "ES" ("DFT" Dry Film Thickness): É a espessura da tinta em fase sólida, após a secagem ou cura completa.

Teor de Sólidos em Volume "VS%": Refere-se à matéria sólida que compõe a tinta, e que se irá consolidar como película, após a libertação de todos os componentes voláteis (solventes e diluentes).

Matematicamente, é a razão entre a espessura de película seca e a espessura de película húmida.

Ponto de Inflamação (Flash Point): É a temperatura mínima a que a tinta liberta suficientes vapores inflamáveis para que, conjuntamente com o ar circundante, se produza uma mistura passível de arder quando submetida a uma fonte de ignição.

Massa Volúmica (Specific Gravity): Corresponde à massa de um litro da tinta a 25°C em condições de aplicação. No caso de dois ou mais componentes, aplica-se o conceito à mistura definitiva. Expressa-se em kg/litro.

Secagem ao Toque (Dry to Touch): Decorrido algum tempo após aplicação, a superfície "seca", não se apresenta pegajosa, e uma ligeira pressão com o dedo sobre a mesma, não deixará qualquer marca residual.

Cura Completa (Fully Cured): Conceito aplicável no caso de tintas de dois ou mais componentes, à temperatura de referência, cujo valor varia segundo cada fornecedor (20°C Hempel) sob adequada ventilação, quando o processo de filmificação ou consolidação total da película se considera completo.

Em geral, processo de cura pode ficar comprometido sob baixas temperaturas e humidade elevada, ambas desenquadradas com as condições recomendadas para aplicação.

Compostos Orgânicos Voláteis - "COV" (Volatile Organic Compounds - "VOC"): Respeitante ao teor de hidrocarbonetos voláteis contidos no produto. Conceito associado à poluição, preocupação ambiental e saúde humana por componentes tóxicos e cancerígenos.

Tempo de Vida Útil / Armazenagem (Shelf Life): Refere-se à "validade" do produto quando armazenado sob as condições adequadas recomendadas.

Tempo de Vida da Mistura (Pot Life): Efectuada a mistura da "base" da tinta com o respectivo componente, agente de cura ou aditivo, o período de "vida" da mistura é limitado uma vez que a mesma tenderá progressivamente a solidificar em função da reacção química dos produtos. Há que sublinhar este factor, sensibilizando os utilizadores para misturarem apenas as quantidades estritamente necessárias e sempre com antecedência mínima reativamente ao momento da operação de pintura, por forma a evitar desperdícios uma vez que a progressiva "maturação" da tinta, irá mais cedo ou mais tarde, conduzir à inutilização da mesma dentro da lata ou,

inclusivé, ao longo do sistema "airless", incluindo bomba, válvula e mangueiras, limitando ou mesmo anulando as suas condições para aplicação.

Proporção da Mistura (Mixing Ratio): Aplica-se a produtos de dois ou mais componentes e refere-se à relação volumétrica entre o produto base e o agente de cura. No caso de não se utilizar toda a quantidade da lata, deverá sempre ser mantida a proporção dos componentes quando se efectue uma parcela do produto.

Intervalo de Recobrimento Máximo e Mínimo (Max. Min. Recoat Interval): É um dos principais conceitos que figuram obrigatoriamente nas especificações de pintura e que estabelece em função do número de demãos, da espessura e da temperatura média observada, quais os períodos máximo e mínimo de tempo, aceites para recobrimento entre demãos. Note-se que nas de tintas de maior resistência como é o caso das resinas epoxídicas, a ultrapassagem do período de recobrimento pode comprometer a aderência das demãos subsequentes em virtude da formação de uma película gradualmente mais resistente e coesa (vitificação).

Período Mínimo e Máximo para Alagamento (Undocking Interval max. min.): À semelhança do conceito anterior, sendo igualmente mencionado na especificação de pintura, é absolutamente imprescindível observar o período mínimo para enchimento da doca, bem como para o alagamento dos tanques de lastro, contado a partir do momento final de aplicação da última demão de tinta nas obras vivas (antivegetativo ou antiaderente). Embora actualmente o período máximo seja suficientemente alargado, da ordem de várias semanas ou inclusivé, meses, assistiu-se ainda no final do Sec.XX, à utilização de antivegetativos de base betuminosa que obrigavam ao alagamento da doca em poucas horas após secagem para evitar a oxidação da tinta, o que provocaria dessa forma a redução das suas propriedades tóxicas.

2.1.4.7 - Fórmulas Práticas Utilizadas Durante a Docagem

Por forma a agilizar todo processo logístico associado ao planeamento, fornecimento e distribuição de material na doca ao longo da actividade, o inspector recorre a uma pequena colecção de fórmulas práticas simples, mas muito úteis, que se passam a apresentar:

- **Teor ou Volume de Sólidos, "VS" (%)**: Conforme anteriormente descrito, este valor estabelece a relação entre a espessura seca "ES" e a espessura húmida "EH".

$$VS (\%) = \frac{ES (\mu m)}{EH (\mu m)}$$

- **Consumo Teórico "CT" ("TSR", Theoretical Spreading Rate)**: Refere-se ao consumo de tinta aplicada sob condições ideais em laboratório e numa superfície plana.

$$CT (m^2/l) = \frac{VS (\%) \times 10}{ES (\mu m)}$$

- **Factor de Consumo "FC" (Consumption Factor):** Uma vez que o consumo teórico se limita a condições ideais, isto é, laboratoriais, o consumo prático ou efectivo, depende de variáveis tais como as condições e estado da superfície, ventos predominantes, equipamento e condições de aplicação, convencionalmente agrupados num coeficiente "FC" designado por Factor de Consumo.

Na prática, e sendo possível, durante os cálculos estimados de consumo, para evitar atrasos e demais inconvenientes por eventual insuficiência de tinta, aplicam-se valores de "FC" que podem normalmente variar entre 1,3 e 1,4.

- Consumo Prático "CP" (Practical Consumption)

O consumo prático ou efectivo, não é mais do que o consumo teórico "CT" afectado pelo factor de consumo "FC", em função do valor da área específica do navio.

$$CP \text{ (litros)} = \frac{\text{Área (m}^2\text{)} \times FC}{CT \text{ (m}^2\text{/l)}}$$

ou, alternativamente

$$CP \text{ (litros)} = \frac{\text{Área (m}^2\text{)} \times FC \times ES \text{ (}\mu\text{m)}}{VS \text{ (\%)} \times 10}$$

Nota 3: Para cálculo do consumo prático em áreas de dimensões rigorosas conhecidas e com aplicação contínua, é relativamente fácil ponderar a quantidade de tinta utilizável. Porém, atendendo às linhas e superfícies, não raras vezes, bastante "caprichosas" dos cascos dos navios, e na situação de tratamento de zonas descontínuas, isto é, pintura de "spots" ou de áreas limitadas ou irregulares, há que ter em linha de conta, para além do respectivo cálculo, os amplos conhecimentos práticos dos profissionais, para estimativa da quantidade de produtos a utilizar.

- Adição de Diluente / Correção do Teor de sólidos em volume (Thinner Added)

Caso seja especificada ou eventualmente necessária, para redução da viscosidade em virtude de temperaturas baixas ou ainda na aplicação de uma demão de selante de baixa espessura, em que seja obrigatória a adição de uma determinada percentagem de diluente na tinta, deverá considerar-se a consequente alteração do teor de sólidos do produto, que irá conduzir a novo ajustamento em termos de cálculos uma vez que o volume de sólidos sofre neste caso uma redução percentual por incremento do material volátil. Desta forma será necessário recorrer à seguinte fórmula que fornece o novo valor VS (%) e que permite calcular correctamente os novos consumos:

$$\text{Novo VS (\%)} \text{após diluição} = \frac{VS \text{ (\%)} \text{ original} \times 100}{\% \text{ diluente adicionado} + 100}$$

Após a obtenção deste parâmetro corrigido, devem rever-se as fórmulas de cálculo, respectivamente os valores de espessuras e de consumos, ajustados com este novo valor.

Por questões de utilidade prática poderá ser recomendado aos oficiais de bordo a familiarização com os vários parâmetros físicos descritos, bem como o recurso a algumas fórmulas apresentadas para optimização do seu trabalho.

2.1.5 - Interacção do Casco do Navio com o Meio Aquático **Anti-vegetativos (A/V), Anti-incrustantes (A/I) e Anti-aderentes (A/A)**

Neste capítulo efectua-se a abordagem dos revestimentos específicos das obras vivas dos navios, objecto principal deste relatório; os anti-vegetativos. De entre as várias tintas e produtos afins abordados, os "A/V" são os materiais tecnologicamente mais avançados e objecto de uma contínua e permanente evolução.

2.1.5.1 - A Origem dos "Antifoulings"

As incrustações de origem biológica contribuem significativamente para o incremento da irregularidade ou rugosidade dos cascos, aumentando o atrito e consequentemente o consumo de combustível.

Em termos de incrustações biológicas nos cascos, outro problema que poderá atingir graus de gravidade não quantificados, e que portanto deve ser acautelado, é o do impacto por "invasão" de novas espécies "transportadas" nos cascos dos navios para outros ecossistemas distintos dos originais, com os consequentes efeitos adversos na flora e fauna marítima locais.

De acordo com o autor "Champ" (2000) a predominância de incrustações macrobiológicas poderão aumentar o atrito do casco até cerca de 40% podendo segundo "Abbot", agravar em cerca de 77% os custos totais da viagem.

As primeiras tintas sob designação de "antifoulings", "A/F", remontam aos meados do sec. XIX e baseavam-se na adição de materiais, pigmentos tóxicos, óxido de mercúrio, óxido de cobre ou arsénico numa, base, ligante ou aglutinante do revestimento, baseado em produtos betuminosos ou resinas, diluídos em solventes naturais como por exemplo óleo de linhaça e aguarrás para garantir uma viscosidade que permitisse a aplicação manual nas superfícies.

Em virtude das características destes antivegetativos primitivos não incluírem quaisquer propriedades anticorrosivas, nomeadamente para o caso de cascos em aço, foi observada desde logo, a necessidade de se recorrer a primários de protecção para ultrapassar essa questão.

Uma anotação curiosa: ainda durante o séc. XVIII, quando se utilizavam revestimentos com lâminas de cobre, fixados ao casco de madeira por meio de pregos e cavilhas em material ferroso, verificavam-se fenómenos de corrosão galvânica em que a água salgada actuava como meio salino/electrólito, entre o cobre funcionando como cátodo e o ferro, ânodo sacrificial, corroendo-se este último em benefício daquele, com resultados desastrosos associados ao afundamento de navios e consequentes perdas humanas.

2.1.5.2 - A Produção Industrial de "Antifoulings"

Durante a primeira metade do séc. XX, produziam-se várias tintas e produtos afins segundo formulações variadas e com carácter algo artesanal, recorrendo-se ao aquecimento do material no local da obra, para ajustar a viscosidade de forma a facilitar a aplicação por meio de trincha ou rolo.

Ne sequência da Segunda Guerra Mundial, com o desenvolvimento da química industrial, na segunda metade do séc. XX, desenvolveram-se novos produtos, nomeadamente resinas passíveis de aplicação à temperatura ambiente por meio de pistola "Airless", e simultaneamente, os compostos organometálicos de estanho ou organoestânicos, de arsénico e de mercúrio que revelaram excelente eficiência como antivegetativos, sob designação de "TBT" (tributiltin), dotados de altas prestações em termos de toxicidade.

O advento dos produtos e materiais sintéticos derivados do petróleo, terá igualmente conduzido à produção de polímeros que, como veículo, ligante ou base das tintas aglutinam todos os componentes das mesmas incluindo naturalmente os agentes que lhes conferem propriedades tóxicas no caso dos A/Fs. Desta forma, com a evolução tecnológica dos produtos, passou entretanto a ser possível, aumentar o intervalo entre docagens para períodos de tempo superiores a um ano, com todas as vantagens económicas daí resultantes e consequentemente maior operacionalidade das frotas.

2.1.5.3 - Classificação dos Antivegetativos "A/V" Quanto à Matriz

Será interessante descrever os mecanismos de interacção entre o navio e o meio, através da actividade dos "A/V" mais tradicionais que ainda hoje se empregam em todo o sector de construção naval, incluindo também as embarcações de recreio.

Consideram-se três tipos básicos de "A/V", conforme o mecanismo de libertação de tóxicos para o meio aquático: Matriz solúvel, Matriz insolúvel e Autopolimentantes, conforme ilustração nas figuras 19 a 21.

2.1.5.3.1 - Antivegetativos de Matriz Solúvel

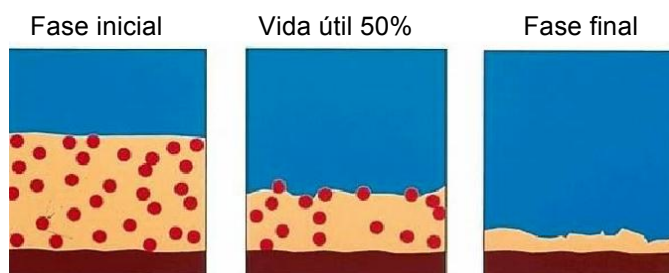


Fig.19. Matriz Solúvel. Processo de erosão da película de A/V e libertação de biocidas, durante o período de vida útil.

Fonte: <http://corrosionprotection.blogspot.pt/>.

Os A/V de matriz solúvel são constituídos por veículos ligantes de resinas, incorporando os pigmentos/biocidas à base de óxidos de cobre, zinco ou outros metais, em concentrações relativamente baixas. São passíveis de aplicar sobre produtos betuminosos mas possuem uma baixa resistência mecânica. Poderão ocorrer problemas sob longa exposição ao ar após aplicação por oxidação dos seus componentes tóxicos e por poluição por hidrocarbonetos, obrigando por aquele facto ao alagamento breve da doca. Pelas baixas espessuras que o produto não permite ultrapassar, o período activo destes A/V é inferior a dois anos.

O princípio de funcionamento baseia-se no processo de erosão e solubilidade do produto em meio aquático, permitindo a libertação continuada do veículo e pigmentos até à total exaustão do mesmo.

2.1.5.3.2 - Antivegetativos de Matriz Insolúvel

Os A/V de matriz insolúvel, compõem-se por veículos de borracha clorada, vinílicos ou acrílicos com boa resistência mecânica e, naturalmente, insolúveis na água, permitindo assim a libertação dos pigmentos tóxicos e solúveis, alojados na respectiva matriz. Estas características permitem cumprir intervalos de docagem de cerca de 24 meses e eventualmente superiores.

Ultrapassado o tempo de vida útil, em virtude do "esqueleto" residual, à semelhança de um favo de mel, será necessária a aplicação de uma demão de "selante" para isolar as porosidades das biocidas entretanto libertadas e promover assim uma adequada superfície para o próximo revestimento.

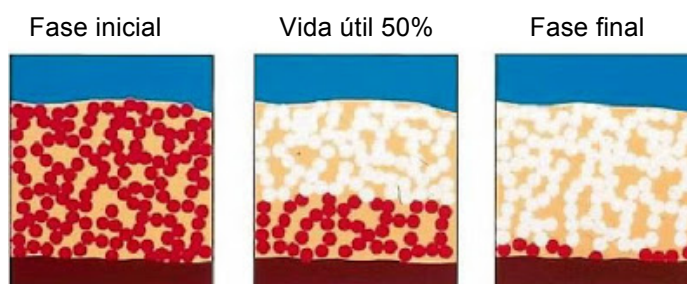


Fig.20. Matriz Insolúvel. Processo evolutivo da libertação de pigmentos/biocidas e situação da matriz residual.

Fonte: <http://corrosionprotection.blogspot.pt/>.

2.1.5.3.3 - Antivegetativos Autopolimentantes (SPC, Self polishing copolymer)

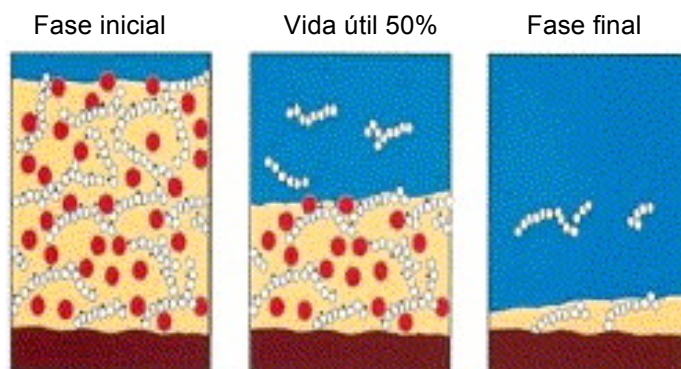


Fig.21. Sistema autopolimentante. Polimento da película/matriz, simultâneamente com a dispersão de pigmentos tóxicos.

Fonte: <http://corrosionprotection.blogspot.pt/>.

Os "A/V" autopolimentantes, integram a mais avançada e derradeira fase deste tipo de produtos sob esta designação, sendo também associados aos TBT (tributyltin) os compostos organometálicos de estanho ou organoestânicos, componentes tóxicos entretanto banidos de utilização por questões ambientais por resolução da "IMO".

Esta terá sido a última geração de "antifouling" directamente associada a esse nome, uma vez que posteriormente, com o advento dos silicones e de outros produtos afins, se venha eventualmente a generalizar mais o termo "antiaderentes", muito embora estes revestimentos possam ou não conter biocidas, isto é, componentes venenosos, daquela forma a sua interacção com o meio aquático se possa simples e preferencialmente limitar à acção de, apenas por características físicas, não permitirem a aderência de organismos.

Os A/V tipo "SPC", em virtude das características da respectiva matriz baseada em copolímeros acrílicos, totalmente compatíveis com cascos de alumínio ou de aço, com propriedades de dissolução controlada, permitem estender os prazos entre docagens até cerca de 5 anos em virtude de serem passíveis de soluções "taylor made", isto é, sujeitas a especificações "à medida", consoante a velocidade do navio e/ou períodos de imobilização ou outros argumentos válidos para cálculo. Possuem uma taxa de polimento, isto é, a razão de erosão, controlada e constante da superfície que poderá atingir até aproximadamente 20 microns por ano.

Como referido, restrições de ordem ambiental, incluindo nomeadamente eventuais alterações dos ecossistemas portuários, terão conduzido à descontinuidade da produção de "A/V" incorporando "TBT". Actualmente os "A/V" autopolimentantes continuam a ser comercializados, porém sem inclusão de organoestânicos.

Dados estatísticos estimam que o cobre libertado anualmente para os oceanos pelos antivegetativos seja cerca de 1,2% relativamente às fontes de origem natural, dessa forma, e atendendo ainda ao facto dos compostos de cobre incorporarem todos os seres biológicos, os produtos com essa base para além de outros menos nocivos entretanto desenvolvidos, continuam a ser empregues na formulação de A/V dos vários fabricantes.

A utilização continuada dos compostos "TBT", altamente eficientes, durante a segunda metade do séc.XX, terá contribuído para a degradação ecológica com algumas consequências desastrosas em termos biológicos nos meios de permanência de navios, nomeadamente em portos muito movimentados e docas. A IMO decidiu entretanto impôr a eliminação deste tipo de biocidas na produção de tintas A/V desde 2003 e a inibição definitiva de navios com estes revestimentos a partir de 2008.

Os "A/F" clássicos convencionais que ainda se encontram no mercado, terão entretanto tendência para ser descontinuados em benefício dos "A/F" autopolimentantes que têm vindo gradualmente a tomar o seu lugar.



Fig.22. Condição do fundo chato após "LAP". Observam-se algumas cracas residuais, passíveis de fácil remoção por raspagem manual, bem como uma grande extensão de primário em virtude do acentuado desgaste da película de "A/F" vermelho, autopolimentante.

Fonte: Foto do autor.

2.1.5.3.4 - Classificação Resumida de Tintas Antivegetativas e Antiaderentes

Para além das características referidas relativamente à matriz, podem resumidamente classificar-se os anti-vegetativos, "A/V", anti-incrustantes, "A/I", e anti-aderentes, "A/A", actualmente disponíveis no mercado, da seguinte forma:

- "A/V" ou "A/I", Clássicos ou Convencionais (matriz solúvel ou insolúvel)
- "A/V" ou "A/I", Autopolimentantes ou SPC (matriz solúvel com polimento controlado)
- "A/V" ou "A/A", Anti-aderentes de silicone sem biocidas
- "A/V" ou "A/A", Anti-aderentes de silicone integrando biocidas

Note-se que, sendo no entanto totalmente distintos dos restantes "A/V", por analogia, os "A/A" de silicone, possuem uma matriz com características insolúveis.

2.1.5.3.5 - Futuras Tecnologias de "A/V"

Ainda à cerca da investigação tecnológica de "A/V", "A/I" e "A/A", tem vindo a ser ponderado, o recurso a fontes biológicas, nomeadamente, algas e micro-algas trituradas, à semelhança do que era feito na antiguidade, incorporando esses mesmos organismos metabolizados, como componentes activos da própria tinta sob forma de repelentes e actuando como biocidas. Este conceito mais ecológico poderá eventualmente integrar a continua evolução destes produtos de natureza mais amiga do ambiente.

2.1.6 - Os Antiaderentes de Última Geração

A mais recente tecnologia em termos de "A/V", apoia-se em produtos mais complexos, de alto desempenho, à base de silicone que, embora de relativamente fácil aplicação, exigem determinados requisitos, equipamento e condições particulares para um trabalho óptimo.

Os revestimentos à base de silicone nas obras vivas, caracterizam-se essencialmente pelo seu acabamento lustroso, praticamente isento de irregularidades e, consequentemente, dotados de uma reduzida rugosidade que permite através das suas características anti-aderentes, prolongar os períodos de repintura muito para além dos dois anos tradicionalmente estabelecidos como intervalo entre docagens.

Como exemplo notável do comportamento deste tipo de produtos, e ilustrado pelas figuras 23 a 26, apresenta-se o caso recente do navio "Atlântida" construído em Viana do Castelo, originalmente destinado à operação no mar dos Açores, imobilizado em águas portuárias durante vários anos por motivos de não recepção pelo armador, alegadamente em consequência de desajustes nas especificações técnicas, que permitiu no regresso à doca seca, observar o estado do casco após um período que ultrapassou os cinco anos, conforme observável nas fotos seguintes, se apresentava numa condição excelente em virtude da especificação para as obras vivas, ter definido um revestimento para nova construção com aplicação de antiaderente de silicone .



Fig.23. N/M "Atlântida". Condição do casco à entrada em doca

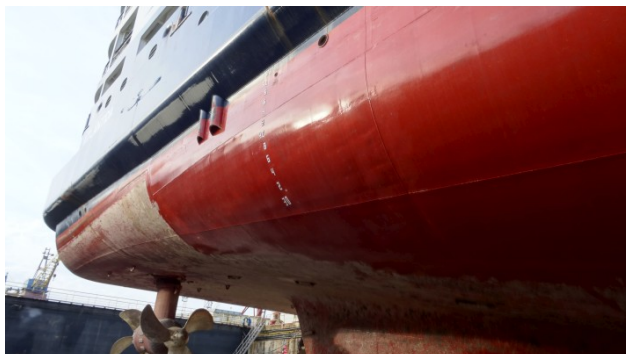


Fig.24. N/M "Atlântida". Lavagem com água doce a alta pressão



Fig.25. N/M "Atlântida". Detalhe da zona referente à foto anterior

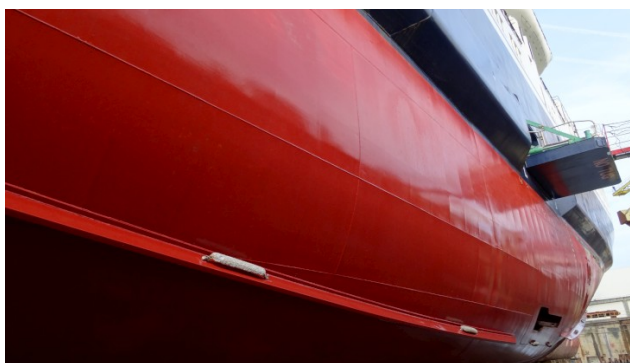


Fig.26. N/M "Atlântida" Aspecto do casco após lavagem a alta pressão

Figs.23 a 26. N/M "Atlântida", na doca dos Estaleiros de Viana do Castelo em Outubro de 2014. Revestimento das obras vivas com Silicone Hempasil. Condição após período de imobilização superior a cinco anos. Fases em situação de entrada em doca e resultados após lavagem com água doce a alta pressão.
 Fonte: "Hempel" Portugal.

2.1.7 - Selecção de Antivegetativos "A/V" (Anti-incrustantes "A/I" e Antiaderentes "A/A")

Presentemente, e perante a oferta de vastas gamas de soluções e produtos anti-incrustantes e anti-aderentes, os fabricantes concebem e apresentam aos armadores uma especificação ou proposta preliminar com eventual carácter provisório, fundamentada nos diversos parâmetros: condição do casco, características e natureza das águas navegadas, poluição, zonas geográficas de navegação previstas e restrições portuárias específicas, períodos de imobilização, velocidade média do navio, intervalo entre docagens e vida útil do navio, entre outras.

Com base na ponderação efectuada com o armador, o produtor de tintas irá apresentar uma solução à medida das necessidades, "taylor made", que dará origem à referida especificação de pintura, passível de ser posteriormente ajustada em definitivo, após avaliação do estado real do casco do navio, especialmente da zona imersa, durante inspecção em doca seca e que irá, considerando todas as variáveis, enquadrar-se com os trabalhos a levar a cabo.

São fornecidas em anexo algumas especificações, relativamente às quais se podem destacar os seguintes elementos fundamentais entretanto já referidos:

- Nome do navio;
- Zona a tratar: "topside"; "bootop"; fundo vertical; fundo chato e/ou outras; quantificação da área em m²;
- Tipo e graus de preparação de superfície;
- Esquema de pintura: referência do produto; percentagem da area a tratar; côr; espessuras húmida e seca; consumo teórico; método de aplicação; calibre do bico e pressão de trabalho, intervalos mínimo e máximo de recobrimento entre os vários produtos e período mínimo de tempo para o início do alagamento da doca (undocking interval), ambos em função da temperatura média ambiente.

Na especificação são ainda referidos os produtos utilizados, nomeadamente: percentagem do volume de sólidos, agente de cura, percentagem da mistura em caso de produtos de dois ou mais componentes, tempo de vida da mistura, tempo de secagem ao toque, temperatura de ignição e diluente compatível.

2.1.8 - Garantias e Certificação

Como já foi referido entretanto, e para lá da crescente qualidade dos sistemas anticorrosivos, as gerações de anti-incrustantes e anti-aderentes dos anos recentes, ao permitirem ultrapassar os intervalos entre docagens para além de 5 anos, exigem durante a sua aplicação, um grau de supervisão rigorosíssimo em virtude das suas características particulares, nomeadamente em termos de investimento financeiro, para além das penalidades envolverem montantes elevados, que podem eventualmente ocorrer em caso de desajustes e/ou incumprimento dos períodos estabelecidos contratualmente.

Embora em ambiente extremamente agressivo como o de um estaleiro naval, há que sublinhar a extrema importância do acompanhamento dos trabalhos, sua supervisão e exigência da correcção das várias tarefas e cumprimento rigoroso de toda a especificação por forma a garantir boas práticas e qualidade óptima do serviço.

Em Novembro de 1990 a “IMO”, adoptou uma resolução através do “MEPC” (Marine Environment Protection Committee), para implementação de medidas que conduziram à legalização da restrição e posterior total inibição de antivegetativos com elevada toxicidade, nomeadamente os “TBT”, conhecidos por compostos organometálicos. Após várias diligências e sensibilização dos diversos países membros da organização, a completa proibição dos referidos produtos foi definitivamente implementada em 1 de Janeiro de 2008, incluindo a total eliminação destes produtos nos cascos dos navios, mesmo que se encontrassem “selados”.

Nesta óptica, e conforme será referido mais adiante com a conclusão dos trabalhos de pintura, é emitido um certificado para o anti-vegetativo ou anti-aderente, atestando sobre a ausência dos referidos componentes tóxicos, destinado a fornecer à sociedade classificadora esse comprovativo.

2.1.9 - Conceitos e Metodologias de Pintura em Doca Seca

Abordam-se neste capítulo alguns conceitos e métodos universais relativamente à aplicação de tintas marítimas em docagem de navios e demais embarcações e/ou estruturas flutuantes.

2.1.9.1 - O Conceito "Tie coat"

Entende-se por "Tie-Coat", ou demão de ligação, o recurso à aplicação de uma demão adicional específica, normalmente de baixa espessura, cerca de 40 a 50 microns secos, destinada a promover a aderência entre distintos tipos de produtos, por exemplo entre um epoxídico e uma borracha clorada, podendo-se assim proporcionar a presença de uma película entre demãos que pode ainda prevenir o risco de ultrapassagem do tempo máximo de recobrimento.

Nos estaleiros existe alguma tendência para confundir este conceito com "Sealer Coat".

Verificou-se durante duas docagens a que se assistiu, que devido a condições atmosféricas adversas, nomeadamente por chuva, nevoeiro e ventos rigorosos, não foi possível aplicar uma demão em tempo oportuno, e se corria o risco de ver ultrapassado o limite ou intervalo máximo de recobrimento, comprometendo assim a compatibilidade em termos de aderência com a demão seguinte. Procedeu-se então à aplicação de uma "Tie-coat", prolongando-se desta forma o intervalo de recobrimento entre demãos e assegurando-se através deste mecanismo todo o esquema de pintura.

Para o caso específico de garantir melhor aderência entre o sistema anticorrosivo e o antivegetativo, evitando o contacto directo do A/V com alguns primários, nomeadamente de base epoxy, passíveis de uma cura e endurecimento rápidos, a aplicação de uma "Tie-Coat" irá promover um adequado sistema com garantia de uma boa aderência entre as referidas camadas.

2.1.9.2 - O Conceito "Sealer Coat" ou Selante

No caso dos antivegetativos, de matriz insolúvel, é geralmente aplicada uma Demão de tinta, mais ou menos diluída e de baixa espessura, destinada a "selar" ou preencher as porosidades entretanto criadas pela libertação de biocidas. Neste caso estamos na presença de uma "Sealer Coat" ou demão de selante.

Ao selar as porosidades referidas vai obter-se a superfície adequada para a renovação do sistema antivegetativo com as respectivas demãos especificadas.

Pela mesma razão um selante também poderá ser aplicado em revestimentos ou substratos com determinado grau de porosidade.

2.1.9.3 - Contraste de Cores

Durante a fase de elaboração da especificação é essencial ter sempre presente, o recurso a cores contrastantes entre as sucessivas aplicações para uma adequada diferenciação tonal entre demãos.

Dificuldades de iluminação especialmente nas zonas mais interiores do fundo chato, nas imediações dos picadeiros da quilha podem facilmente confundir o pintor, correndo-se desta forma o risco de serem criadas zonas de sub-espessura ou mesmo com "falhas" sem tinta, devido à luminosidade característica destas áreas, mesmo em presença de projectores luminosos. A este propósito as figuras 27 e 28 permitem ilustrar facilmente este aspecto.

Durante a execução dos trabalhos, observou-se ser uma prática habitual, a inspecção rigorosa de toda a área do fundo chato após conclusão de cada fase de pintura, por parte dos inspectores, dos técnicos de controlo de qualidade do estaleiro, do supervisor do empreiteiro e inclusivamente de alguns pintores mais zelosos.



Fig.27. Aplicação de Silicone vermelho de acabamento no fundo chato. Mesmo sob boas condições de iluminação o pintor poderá ser encadeado pelos projectores, daí a vantagem da utilização de cores contrastantes neste tipo de ambientes. A sua progressão efectua-se andando para trás para melhor controlo do trabalho.

Fonte: Foto do autor.



Fig.28. Aplicação de “A/A” de silicone no fundo chato, sobre uma demão "tye-coat" (Nexus) igualmente de silicone, conforme se pode observar, em cores totalmente contrastantes.

Fonte: Foto do autor.

2.1.9.4 - Métodos de Aplicação: Rolo, Trincha, Pistola "airless"

Foram distintos os métodos de aplicação de tinta observados durante estes períodos de docagem, porém, o método de excelência para pintura naval e industrial, baseia-se sem dúvida na pistola "airless", conforme adiante será abordado.

2.1.9.5 - Rolo e Trincha

O recurso ao rolo e à trincha, limitou-se, no caso do primeiro, aos acabamentos, nomeadamente ao corte de linhas, "LLL e DLL", revelando-se muito útil e rigoroso, associadamente à perícia do pintor. A utilização simultânea de ambos os métodos incidiu principalmente na pintura de nomes, marcas e calados, salientando-se ainda o emprego específico da trincha nos casos em que, por deficiente aplicação à pistola se observassem alguns escorridos devido a sobre-espessura na aplicação "airless", que obrigaram desta forma à respectiva correcção imediata por este meio por forma a minimizar ou mesmo anular, futuras irregularidades da superfície.

2.1.9.6 - Pistola "airless"

A pintura "airless", (fig. 29), nome comum na industrial naval, e que dispensa qualquer tipo de tradução, baseia-se essencialmente num sistema de aplicação de tinta sob pressão e sem incorporação de ar, contrariamente ao caso das pistolas convencionais utilizadas na construção civil e reparação automóvel em que se debita em simultâneo ar misturado com tinta, sob pressão como meio de propulsão por atomização da tinta.



Fig.29. Sistema de Pintura "Airless" da marca "Graco", podendo-se observar a mangueira para alimentação externa de ar comprimido, a estrutura ou bastidor onde é colocada a lata de tinta e o agitador igualmente accionado por ar sob pressão.

Fonte: Foto do autor.

São distribuídas ao longo da doca, diversas unidades autónomas de pintura, alimentadas por ar comprimido da rede, compostas pela respectiva bomba, tubagem, manómetros e válvulas auxiliares montados num bastidor metálico com rodados que, ligadas à pistola propriamente dita através de uma mangueira reforçada, especialmente concebida para suportar pressões elevadas, superiores a 200 bar, permitem ao pintor alcançar facilmente todos os pontos do casco do navio.

Tem toda a relevância para a qualidade do trabalho a selecção e a qualidade do bico de pulverização (fig. 30), seleccionado segundo o calibre ou diâmetro do orifício, e também o ângulo do "leque" de projecção. Este dispositivo é roscado ao respectivo punho ou vara de pintura onde se localiza a válvula de "gatilho" de pintura.

Para aplicação prática, utiliza-se normalmente uma vara com um comprimento de cerca de 1 a 1,5m, muito embora para espaços confinados, como tanques e duplos fundos, se recorra à pistola curta de punho que facilita a aplicação em locais cujas condições de manobra e de acesso sejam limitadas.



Fig.30. Conjunto bico, guardas e válvula para aplicação no punho ou vara de pintura.

Fonte: "Graco".

2.2 - FASES DO PERÍODO DE DOCAGEM DE NAVIOS

A apresentação deste relatório desenvolve-se em geral segundo uma ordem sequencial, em linha com a progressão dos trabalhos em doca, porém, por razões de melhor clareza na abordagem dos variados temas, terá sido necessário algumas vezes, intercalar, antecipar ou simplesmente, adiar a enumeração de alguns elementos por forma a ser seguido um vector de orientação tecnicamente coerente.

Passam a descrever-se desta forma, as distintas fases das várias docagens observadas, segundo regras, padrões e procedimentos definidos e acordados entre os armadores, o estaleiro e demais entidades subcontratadas para esse efeito. As figuras 31 a 33 oferecem uma visualização desta fase.



Fig.31. Assentamento do navio nos picadeiros. Lavagem do fundo da doca para remoção de lamas acumuladas. Observam-se facilmente os depósitos de organismos vegetais ao longo de toda a superfície do "boottop" do fundo vertical e no hélice, reflectindo de alguma forma um possível período de recente imobilização.

Fonte: Foto do autor.

2.2.1 - Entrada do Navio em Doca Seca

Concluídas todas as diligências para docagem do navio, o estaleiro terá distribuído previamente ao "dock-master", todos os desenhos e demais documentação técnica fornecidos pelo armador, passíveis de conceber o "berço" do navio, isto é, o arranjo dos picadeiros ou apoios no fundo da doca seca de forma a providenciar uma plataforma segura e estável para assentamento do navio durante todo o período de docagem.

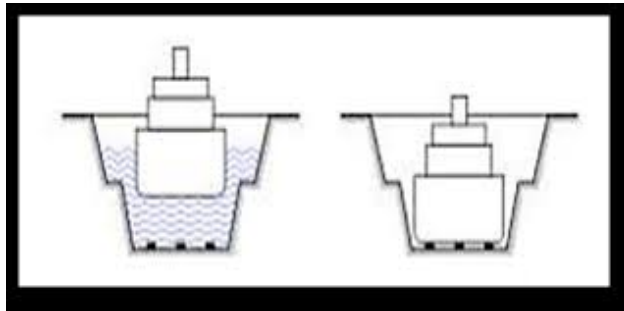


Fig.32. Esquema de entrada do navio em doca (plano transversal). Alinhamento para assentamento nos picadeiros e fase após o esgoto.

Fonte: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABW7gAD/analise-dos-servicos-docagem>.



Fig.33. Entrada do navio em doca. Assentamento nos picadeiros da quilha.

Fonte: Foto do autor.

Logo que o navio estabeleça cabos e fique alinhado na doca, a manobra inicialmente orientada pelo "piloto", será transferida para responsabilidade do estaleiro ou seu delegado, a Rebonave na Lisnave, por exemplo, que irá dirigir as operações de posicionamento na doca por meio de oficiais náuticos especificamente habilitados para essas tarefas. Esta operação pressupõe o apoio de rebocadores e demais meios instalados no estaleiro, por exemplo, cabos de aço, cabeços, roletes, roldanas, e respectivos molinetes bem como a intervenção de manobreadores de terra envolvidos nesta actividade.

Posicionado o navio, procede-se à manobra do esgoto da doca através de bombas de alta potência que em poucas horas irão garantir as condições de secagem da mesma para o início dos trabalhos.

Uma pequena nota: a complexidade deste tipo de manobras poderá eventualmente proporcionar mais uma ótima fonte de dados e argumentos para elaboração de um trabalho de mestrado nestes moldes.

2.2.2 - Início dos Trabalhos; Pré-Tratamento do Casco

Passam neste ponto a descrever-se as várias etapas das operações de tratamento do casco com vista à adequada preparação de superfície para aplicação do respectivo revestimento.

2.2.2.1 - Lavagem com Jacto de Água Doce a Alta Pressão, "LAP", e Desengorduramento

Com o assentamento do navio nos picadeiros e conclusão do esgoto da doca, o estaleiro diligencia na presença de equipas de operários para efectuar a lavagem do casco com água doce a alta pressão (200 bar).

Consoante a natureza e grandeza das colónias de organismos animais, nomeadamente cracas, poderá a lavagem ser simultaneamente acompanhada por raspagem de modo a facilitar a remoção das mesmas.

A distribuição das referidas equipas efectua-se em ambos os bordos nas zonas verticais, "topside", "boottop" e fundo vertical, para onde deverão ser disponibilizados os respectivos meios de acesso, e para o fundo chato, onde a acessibilidade é maior.

As figuras 34 a 42 fornecem uma visão global sobre esta fase de trabalhos.

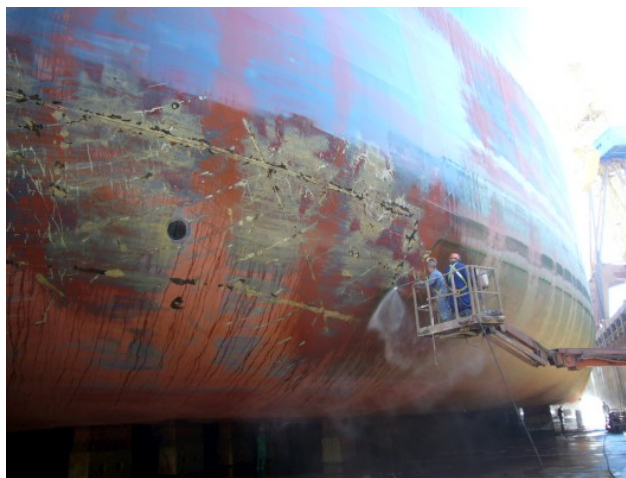


Fig.34. Lavagem com jacto de água doce a alta pressão, 200 bar. Observa-se a remoção da camada fina da película contínua de limo rasteiro abaixo da linha de flutuação leve, "LLL".

Fonte: Foto do autor.



Fig.35. Verificação de vestígios de depósitos, aparentemente óleos, na superfície do costado durante operações de lavagem com água doce a alta pressão, o que terá obrigado, por motivo de dúvida, à presença do inspector que transportaria pequenas amostras de diluentes, por forma a caracterizar o estado da superfície e apresentar uma solução para o problema.

Fonte: Foto do autor.

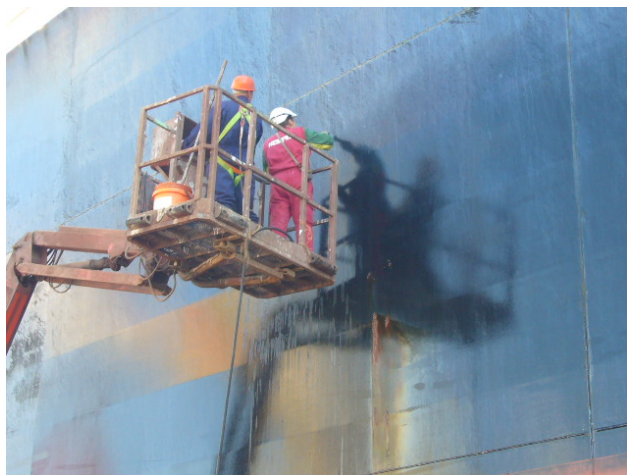


Fig.36. Análise da superfície pelo inspector, com recurso a raspagem e diluentes, para caracterização dos supostos contaminantes.

Fonte: Foto do autor.



Fig.37. "LAP". Observa-se a remoção total de limo rasteiro e parcial de marisco, obrigando a posterior raspagem manual.

Fonte: Foto do autor.

Nas zonas verticais do casco em geral e do "topside" em particular, encontram-se geralmente vestígios de óleos ou substâncias gordurosas que são durante esta fase, removidos por incorporação de detergentes (emulsionantes) adequados, aplicados simultaneamente por jacto de água a alta pressão.

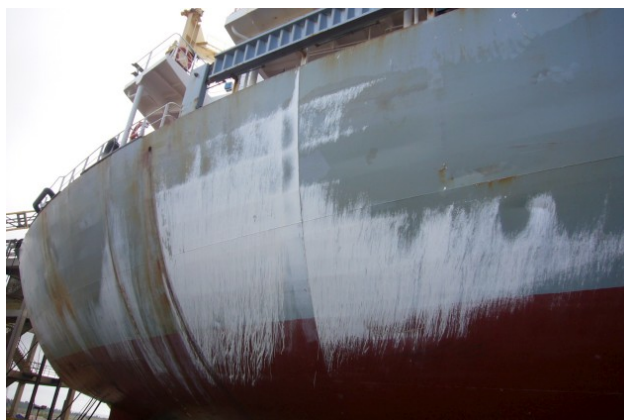


Fig.38. Contaminação do "Topside" por produtos químicos provenientes do convés na zona do casario.

Fonte: Foto do autor.



Foto.39. Conclusão da lavagem a alta pressão do fundo chato e simultâneamente, remoção de todas as incrustações animais e vegetais.
Fonte: Foto do autor.

Em alguns casos particulares, pode-se eventualmente efectuar numa fase preliminar a raspagem manual caso se justifique, muito embora tal procedimento não seja prática comum, mas que irá no entanto depender do tratamento posterior, e da extensão e tipo de incrustações encontradas, seguindo-se depois a LAP.

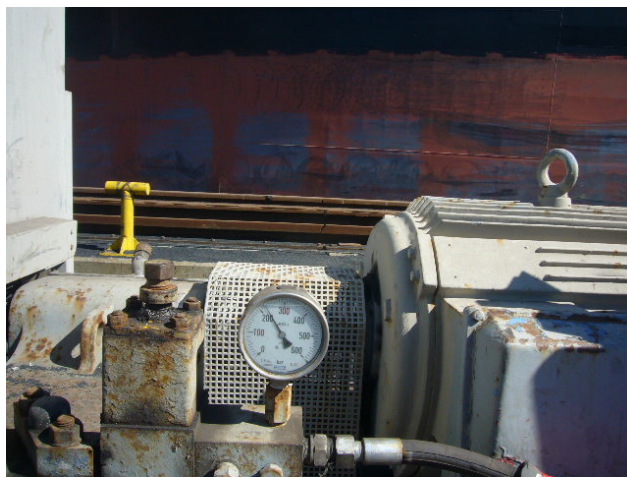


Fig.40. Hidro-pressurizador. Pressão superior a 200 bar durante as operações de lavagem do casco com jacto de água doce. Para assegurar a qualidade dos trabalhos o inspector verifica regularmente os manómetros destes equipamentos instalados no cais. Deve-se ainda considerar o comprimento das mangueiras, em virtude da perda de carga linear associada.
Fonte: Foto do autor.



Fig.41. Raspagem de marisco no fundo chato de uma draga. Considerando a extensão de organismos encontrados em virtude dos períodos alargados de imobilização e baixa velocidade devido à especificidade de operações deste navio, optou-se neste caso concreto, por efectuar primeiramente a operação de raspagem, seguindo-se então a “LAP”.

Fonte: Foto do autor.



Fig.42. "X cut". Em caso de dúvida, por defeitos ou excesso de tintas velhas que possam comprometer o seu recobrimento com tinta nova, efectua-se com um simples "x-acto", pequenos cortes profundos em “X” na superfície após "LAP", para comprovar e assegurar o grau de aderência com segurança, podendo igualmente ser praticado o denominado “cross-cut” (quadrícula), de acordo com as normas adequadas.

Fonte: Foto do autor.

2.2.2.2 - Medição da Rugosidade do Casco, 1ª Fase

Ainda durante o período dos trabalhos de lavagem a alta pressão (fig. 43 e 46), e evitando perturbar a progressão dos mesmos, dá-se início à medição de rugosidades das obras vivas em zonas lavadas, isentas de organismos vegetais e animais. Esta operação será descrita posteriormente com maior detalhe.

Para se obter uma ideia real do perfil de rugosidade do casco, devem-se medir apenas as zonas de película velha e preferentemente intacta, em boas condições, evitando efectuar leituras em áreas com despelamentos e em outras anomalias e descontinuidades na superfície, muito embora alguns técnicos defendam que se deva medir de facto nas zonas de rugosidade mais acentuada.

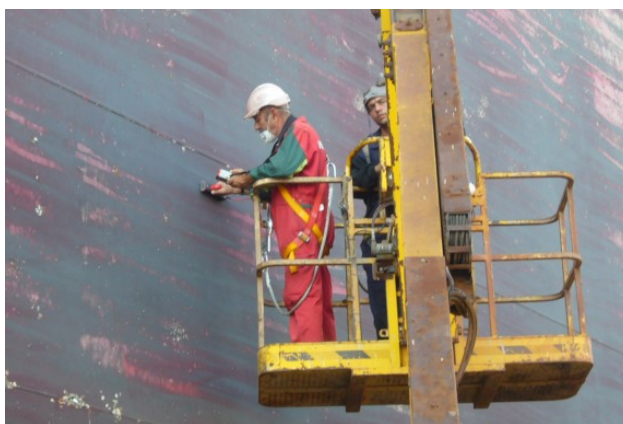


Fig.43. Inspector na operação de medição de rugosidade no fundo vertical de um navio tanque. Primeira fase, após "LAP". Por questões de segurança é obrigatório o uso de arnês fixado ao varandim do cesto da "cherry picker".

Fonte: Foto do autor.



Fig.44. Aparelho medidor/registador de rugosidade da marca "TQC", composto pela unidade "A", memória/processador, e unidade "B", sonda/cursor-sensor. Propriedade da Hempel Portugal.

Fonte: Foto do autor.



Fig.45. Calibração do aparelho medidor de rugosidade.
Fonte: Foto do autor.

A recolha de dados para obtenção da rugosidade média do casco, baseia-se essencialmente em leituras efectuadas por uma pequena agulha-sensor de elevada sensibilidade, instalada na parte média da sonda/cursor, dotado de pequenos rodados que permitem uma deslocação manual através das várias secções do casco, medindo a película de tinta ao longo de percursos confinados a determinados limites de velocidade de translacção, definida por iluminação de "leds"; verde para velocidade adequada nominal de 50mm/s e vermelho indicando velocidade desajustada. Considerando as suas semelhanças com a tarefa de engomar roupa, na gíria, esta operação é designada por "passar o navio a ferro".

Nota 4: Como qualquer aparelho industrial de precisão (fig. 44), este equipamento da marca "TQC", pressupõe a respectiva calibração. Esta tarefa simples mas de extrema importância, é sempre efectuada no período anterior à recolha de dados e, inclusivé, durante fases intermédias uma vez que essa actividade é desenvolvida em ambiente relativamente agressivo, sendo recolhidas dezenas de medições ao longo de todo o comprimento do fundo chato e fundo vertical e eventualmente no "boottop" em ambos os bordos ficando por isso sujeito a eventuais desajustes, podendo portanto ficar descalibrado.

2.2.2.3 - Teste de Sais da Superfície

Durante o período de "LAP", é conveniente proceder à medição do teor de sais das superfícies lavadas. No caso de serem registados valores que ultrapassem os respectivos limites de tolerância, e dispondo de meios no local, devem de imediato ser dadas instruções para se repetir a lavagem.

No apêndice 6.1 é efectuada com algum detalhe, a descrição desta tarefa.



Fig.46. Medição de rugosidade no fundo chato. Primeira fase, após "LAP".
Fonte: Foto do autor.

2.2.2.4 - Raspagem Manual (handscraping)

Esta operação relativamente rudimentar, descrita nas figuras 47 e 48, revela-se no entanto de extrema importância nos casos da presença massiva organismos animais e vegetais e tintas soltas não removidos por “LAP”, sendo geralmente muito eficaz para preparação do tratamento posterior. Efectua-se por meio de rasps metálicas, ferramentas muito simples, de cabo alongado e forma relativamente grosseira, salientando-se o facto de serem dotadas de um rebordo bem aguçado para maior rendimento e qualidade dos trabalhos. Sendo um tratamento individualizado, na presença de áreas substanciais e abundância de marisco, recorre-se por vezes a uma vasta equipa de operários para desenvolvimento de uma tarefa rápida.



Fig.47. Raspagem manual de marisco e tintas soltas na região do encolamento e robalete.
Fonte: Foto do autor.

Neste mesmo período, o inspector de pintura sempre equipado com uma pequena raspa ou espátula metálica, efectua vários ensaios de raspagem para se inteirar do grau de aderência das incrustações e apurar sobre a melhor solução e/ou meios para conclusão dos trabalhos.

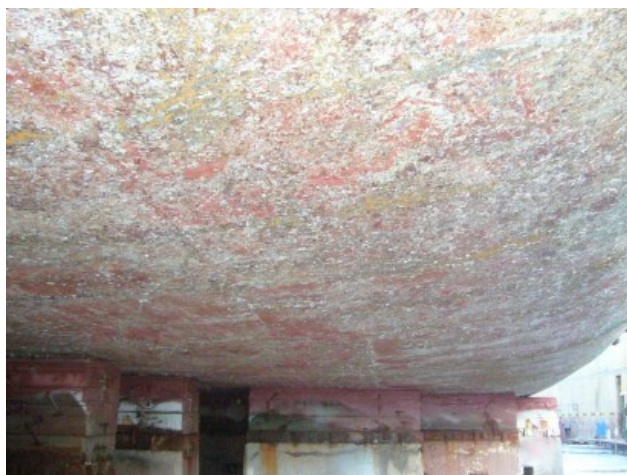


Fig.48. Conclusão dos trabalhos de raspagem manual do fundo chato. Podem observar-se, para além dos pontos com corrosão, que prevaleceram as bases de cracas e tintas soltas, mesmo após "LAP". Neste caso, e para uniformização e obtenção de um padrão mínimo na preparação da superfície e subsequente aplicação de primário anticorrosivo, optou-se por um "gritsweeping", também designado por varrimento com jacto abrasivo que, não sendo definido por qualquer padrão, é geralmente um tratamento muito limitado e portanto de reduzida qualidade, que por esse facto, não poderá oferecer quaisquer garantias ao armador.

Fonte: Foto do autor.

2.2.2.5 - Inspecção de Doca; Pessoal Envolvido

São diversos os agentes envolvidos neste processo pelo que se descreve de forma sucinta o pessoal/entidades associados especificamente ao tratamento do casco:

- Armador: Superintendente técnico geral e, eventualmente adjuntos, um para a máquina e outro para o casco e estruturas, optando ainda os maiores armadores por incluir também um supervisor de pintura, delegado para estes trabalhos específicos.
- Estaleiro: PM, "Project manager" ou "Chefe de Serviço do Navio" como era designado anteriormente. É o elo permanente de ligação entre o armador e o estaleiro. Cargo desempenhado por um engenheiro, coadjuvado por um ou dois assistentes que coordenam todos os trabalhos através das chefias intermédias, supervisores, encarregados ou chefes de equipas nas várias áreas como, mecânica, caldeiraria, andaimes, electricidade, manobras, bombeiros, segurança, empreiteiros e outros agentes e prestadores de serviços externos tais como por exemplo as sociedades classificadoras, fornecedores, e agentes entre outros.

- Empreiteiro: No caso da Lisnave, os serviços de tratamento do casco são internamente sub-contratados a uma empresa do grupo, a Tecor, que distribui por cada navio um engenheiro/supervisor, para coordenação destes trabalhos, assegurando igualmente a ligação com a mão-de-obra do sub-empreiteiro, recrutada ao exterior.

- Controlo de Qualidade: Cada obra é normalmente acompanhada por um agente do "QC", para monitorização e garantia dos respectivos padrões.

- Preparadores de trabalho: Fazem parte integrante do processo, os preparadores tanto do estaleiro, como da parte da Tecor, a quem compete calcular e definir e ajustar as áreas e as horas imputadas a cada obra bem como o lançamento dos respectivos valores orçamentais.

- Inspectores de pintura: Fazendo parte integrante da equipa do fabricante das tintas, ajustam adequadamente a especificação preliminar de acordo com a realidade observada e sugerem e preparam uma solução definitiva após discussão e aprovação pelo superintendente. Planeiam e coordenam as entregas de tintas e diluentes conforme o ritmo das necessidades, e acompanham os trabalhos de preparação de superfície e pintura, aprovando ou não a qualidade dos mesmos em nome do armador a quem reportam directamente a evolução dos trabalhos e eventuais desvios e anomalias fora do especificado.

- Sociedade Classificadora: Para além do amplo âmbito de actividades, é também parte interessada no tipo de tratamento de superfície, sistema anti-corrosivo e particularmente na qualidade e certificação dos antivegetativos ou anti-aderentes.

Reuniões diárias das 10h00: Como regra geral, estão instituídas reuniões técnicas diárias, normalmente agendadas cerca das 10h00 com os responsáveis das principais entidades envolvidas, para avaliação da evolução dos trabalhos, desvios na qualidade e, ou de agenda bem como para implementação de eventuais correcções e/ou adicionais. Os inspectores de pintura participam especificamente em relação à sua actividade, proporcionando ao armador e restantes intervenientes uma visão global do estado do trabalho e progresso do mesmo. Neste caso particular e consoante o nível de tratamento, são elaborados ao fim do dia, relatórios sobre a evolução de trabalhos, vulgo "progress reports", com carácter regular e em função do nível de exigência do trabalho, onde são compilados varios elementos, fotos, condições atmosféricas e desenvolvimento do serviço, disponibilizadas por meio de "e-mail" distribuido ao superintendente e demais interessados no processo.

Para ilustrar este procedimento, é fornecido em anexo um exemplar de um "Progress Report" de um navio docado.

2.2.2.6 - Inspecção Após Lavagem, Raspagem e Desengorduramento

Durante a lavagem do casco com água doce a alta pressão, para remoção de sais, limo ligeiro e tintas soltas, procede-se simultânea ou posteriormente à raspagem de mariscos, base de cracas, tintas velhas, bolhas e demais descontinuidades da superfície, passíveis de eliminação por este meio.



Fig.49. Revestimento extenso de marisco no fundo de um navio, provocando um elevado atrito do casco em condições de navegação.
Fonte: Foto do autor.



Fig.50. Recolha de marisco em contentor no fundo da doca, proveniente da operação de raspagem manual do fundo chato de um navio. Cracas de base circular com diâmetro médio de 30 mm.
Fonte: Foto do autor.



Fig.51. Aspecto do fundo chato após "LAP". Podem observar-se as zonas de picadeiros de docagens anteriores desprovidas de película de "A/V".
Fonte: Foto do autor.

É durante esta fase, que são avaliadas e anotadas as condições relativamente à quantidade e tipos de incrustações de origem biológica, pelamentos, grau de corrosão, avarias e/ou danos mecânicos e demais anomalias, observando-se igualmente a eventual presença de bolhas provocando irregularidades no perfil da superfície, no interior das quais se encontra normalmente um depósito de água, cujo pH poderá ser localmente analisado por meio de um simples "kit" (fig. 52), com tiras de papel indicador colorido que permite concluir sobre a alcalinidade ou acidez das mesmas.



Fig.52. "Kit" de tiras de papel para medição de pH.

Fonte: <http://www.modernistpantry.com/assets/images/ph-test-strips.jpg>.

A qualidade da lavagem e raspagem poderá eventualmente conduzir à sua repetição total ou parcial por forma a alcançar-se o padrão especificado.

2.2.2.7 - Decisão e Aprovação dos Trabalhos; Especificação

Durante as operações de lavagem com água doce a alta pressão, procede-se à inspecção do casco na presença do superintendente do armador ou seu outro representante técnico, do "project manager" do estaleiro, dos preparadores e supervisores de trabalhos e naturalmente do inspector de pintura disponibilizado pelo fabricante de tintas. Nesta fase são definidas, negociadas (*) e acordadas as áreas de intervenção bem como o tratamento definitivo que irá dar origem à especificação de pintura que inclui para além da aplicação de tintas propriamente dita, todos os restantes trabalhos de preparação de superfície, nomeadamente de decapagem e respectivos padrões ou graus de qualidade.

Nota 5: Para além do casco, foram incluídas diversas outras áreas que, não integrando o objecto deste relatório, são igualmente mencionados, em particular as seguintes: porões e tanques de carga, tanques de água doce, paióis da amarra e ferros, convés e/ou equipamento associado e superestrutura.

(*) A referência ao termo "negociadas" reporta-se a áreas por vezes muito irregulares ou superfícies mal definidas especialmente na situação de decapagem descontínua em "spots" em que a medição rigorosa se torna praticamente impossível, obrigando por isso a um consenso entre os intervenientes para atribuição de valores definitivos.

2.2.3 - A Especificação (Paint Specification / Paint Spec)

A Especificação de Pintura agrega e resume todos os principais parâmetros para execução dos trabalhos.

Efectua-se desta forma a análise de uma especificação de pintura em Inglês, conforme prática diária e de acordo com um exemplar em anexo, e que fornece ao estaleiro e restantes entidades interessadas no projecto de tratamento do casco do navio, o conteúdo de todos os elementos essenciais relativos à execução dos trabalhos, descritos nos próximos capítulos.

2.2.3.1 - Generalidades dos Produtos por Demão

Salientam-se desta forma os seguintes elementos referidos na especificação:

- Nome do Navio
- Preparação de Superfície: padrões de tratamento desde a entrada em doca incluindo lavagem e desengorduramento até aos trabalhos de decapagem
- Área do "Topside", "Bootop", Fundo vertical e Fundo chato, Tanques, Convés, Superestrutura ou outras, incluindo o respectivo valor em metros quadrados, incluindo ainda a percentagem estimada de retoques
- Referência ao produto: nome comercial, número de referência e cor
- Espessura Húmida "EH" e Seca "ES" (WFT / DFT), em microns, respectivamente da espessura húmida e seca por demão
- Valor do Consumo Teórico "CT" (TSR, Theoretical spreading rate), em metros quadrados por litro
- Método de Aplicação (Application method), trincha, rolo e pistola "airless"
- Bico da Pistola (Nozzle), diâmetro em fracção de polegadas e pressão de trabalho

2.2.3.2 - Interacção Entre Produtos em Função do Sistema a Aplicar

- Referência a cada produto por demão
- Recobrimento (Recoated with): referência sobre o produto subsequente a aplicar
- Recobrimento (Recoat interval): referência aos intervalos máximo e mínimo, em função da temperatura ambiente, entre -10°C e 40°C
- Tempo de Secagem para alagamento (Drying time before undocking): reporta-se ao cumprimento de um período de secagem mínimo e eventualmente, máximo, em função da temperatura atmosférica para alagamento da doca por forma a permitir a evaporação de solventes e estabilização total da película de antivegetativo para contacto com a água do mar

2.2.4 - Normas e Graus de Preparação de Superfície

Em termos universais e, naturalmente em Portugal, é reconhecida e adoptada há várias décadas a referência aos padrões de preparação de superfície de aço sustentada pelas normas suecas SIS 055900 de 1967, fundamentadas numa representação

pictórica do acabamento, efectuado por decapagem a seco, isto é, com recurso por comparação a fotografias padrão.

Posteriormente redefinidas por ISO 8501-1:2007, estas mesmas regras cujos padrões para decapagem com abrasivo são respectivamente referidos segundo uma ordem decrescente de qualidade por Sa 3, Sa 2 ½, Sa 2 e Sa 1, ampliaram posteriormente o seu âmbito com inclusão de graus de tratamento por flambagem ou queima da superfície com chama.

Igualmente referentes a estas normas, porém resultantes do recurso a meios mecânicos manuais, são respectivamente definidos por ordem decrescente de qualidade os padrões St3 e St2.

Para além destas, convém igualmente referir as normas internacionais afins e correlacionadas, nomeadamente: "SSPC, Steel Structures Painting Council (USA)", "BS 4232/7079, British Standard Institution" e "ISO 12944, International Standards Organization".

À excepção das normas "BS", todas as restantes se reportam à qualidade da superfície no momento prévio ao tratamento, definida segundo uma ordem crescente de corrosão, pelas letras: A, B, C, e D.

Sob os padrões ISO 8501- 4:2004 são definidos os graus de tratamento por meio de hidro-decapagem com água doce a média, alta e muito alta pressão por ordem crescente de qualidade: Wa1; Wa2 e Wa 2 ½.

Na sequência da preparação de superfície por hidrodécapagem são igualmente definidos os padrões do estado do substrato tratado segundo o grau de corrosão apresentada por ordem decrescente de qualidade:

L (light flash rust); M (medium flash rust); H (high flash rust).

2.2.4.1 - O Abrasivo; Testes de Qualidade e Caracterização

Os resultados práticos sobre este tema remetem-se para o apêndice 6.2, onde são descritas as operações associadas aos testes com amostras de granalha, nomeadamente, granulometria e saís.

Embora tal prática não seja muito comum em Portugal em virtude da boa qualidade dos produtos empregues nos estaleiros nacionais, este tipo de análises foi efectuado durante várias docagens na Lisnave, por imposição de um armador específico que, pela vasta experiência de docagens em todo o mundo exige adicionalmente este controlo de qualidade nos produtos utilizados nos seus navios.

2.2.4.2 - Consumo estimado de granalha de escória de cobre

Para oferecer uma ideia de grandeza em termos práticos de consumo de granalha, naturalmente variáveis em função das características e do estado em que se encontre a superfície, recolheram-se alguns elementos locais que apontavam para os seguintes valores médios :

- 60-80 kg/m² com uma pressão de alimentação de aprox. 6,5 bar;

- 50-60 kg/m² sob uma pressão de alimentação de 8 bar.

Pode-se assim concluir que, a disponibilidade de maior pressão na rede de ar comprimido proporciona uma vantagem económica em termos de consumo de abrasivo.

2.2.4.3 - Métodos e Padrões de Decapagem

Após a lavagem, desengorduramento e raspagem, segue-se normalmente a decapagem com jacto de abrasivo ou de água. Na Lisnave Mitrena recorre-se a dois métodos: decapagem manual (fig. 53, 56, 57, 58) e automática, robotizada por controlo remoto (fig. 59, 60, 61).

No primeiro caso, o abrasivo utilizado é escória de cobre sob jacto de ar comprimido, em atmosfera aberta, sendo que no segundo, "hidrodecapagem", se recorre a um jacto de água doce sob muito alta pressão, com valores entre 2000 e 2200 bar, em atmosfera fechada, selada por vácuo e por conseguinte, mais "amiga do ambiente". A decapagem manual com abrasivo, permitindo maior flexibilidade e utilizando meios muito mais simples, oferece um melhor acabamento em termos de perfil de rugosidade, garantindo um acesso mais fácil a zonas difíceis e sinuosas.

Os padrões de decapagem segundo as normas referidas anteriormente, são, por ordem decrescente de qualidade, definidos pelas seguintes designações: Sa 3, Sa 2 ½, Sa 2 e Sa 1.

Nos estaleiros navais, o grau máximo de qualidade, Sa 3, é raramente utilizado em reparações, utilizando-se eventualmente para tanques, espaços ou soluções específicas como por exemplo aplicação de étil-silicatos de zinco.

Caracterizado por um padrão muito aproximado ao Sa 3, o grau Sa 2 ½, é geralmente muito satisfatório para a maioria dos projectos de pintura em geral e no caso dos silicones em particular, sendo definido em larga escala como referência e opção da maioria dos armadores.

O padrão Sa 1, com larga utilização particularmente na remoção de tintas velhas e soltas, bases de marisco e uniformização de superfície, não oferece garantias para sistemas de pintura sofisticados e de longa duração.

2.2.4.4 - Decapagem Manual

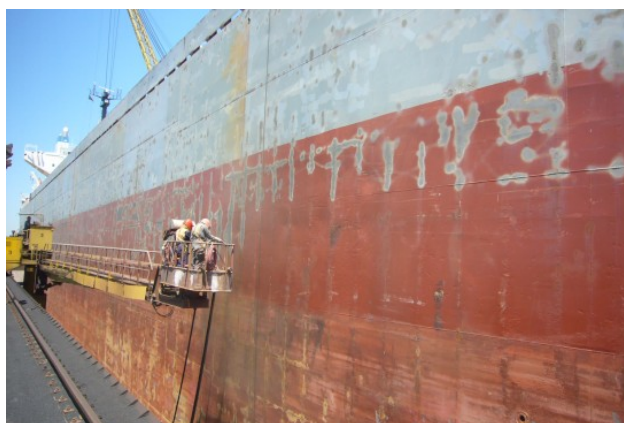


Fig.53. Lisnave Mitrena. Decapagem em "spots" ao grau Sa 2 ½ do "topside" e "boottop".

Fonte: Foto do autor



Fig.54. Rugosímetros-comparadores tácteis, destinados a interpretar o padrão da rugosidade superfície alcançado pela decapagem.
Fonte: "Elcometer"; foto do autor.

O processo de decapagem mais generalizado nos estaleiros navais, baseia-se no sistema manual com jacto de abrasivo a seco, normalmente escória de cobre, embora em tempos se pudesse igualmente recorrer ao jacto de areia, como anteriormente referido, mas com graves danos para a saúde, provocando silicose, doença das vias respiratórias por exposição aos cristais de sílica. Neste último caso, para redução de riscos, e apenas em alguns estaleiros mundiais ainda se utiliza por vezes uma mistura de areia e projecção simultânea de água doce, que se poderá referir como método de decapagem por via húmida alegando-se que este método possa inibir ou ultrapassar os referidos riscos. A pressão da mangueira da areia varia entre 8 e 9 bar. A água fornecida à pressão da rede, intervém apenas para efeito de "cortina" para protecção dos operadores.



Fig.55. Tubeira ou alojamento do impulsor, "bowthruster" de proa, durante a lavagem a alta pressão.
Fonte: Foto do autor.



Fig.56. A mesma zona da foto anterior, após operação de "gritsweeping" ou varrimento com jacto abrasivo sem grau definido (granalha/escória de cobre).
Fonte: Foto do autor.

Com a conclusão dos trabalhos, procede-se à sopragem da superfície com ar comprimido ou eventualmente à lavagem com água doce para remoção de poeiras, sais e outros contaminantes que comprometam a aplicação da primeira demão de tinta.

Note-se que no caso de recurso a água, e sendo o substracto passível de oxidar sequencialmente ao processo, começará por apresentar vestígios de "flor de ferrugem" e, embora actualmente e face às características dos actuais produtos (primários epoxídicos), totalmente compatíveis na presença desse fenómeno na sua fase inicial, será no entanto recomendável proceder o mais oportunamente possível ao revestimento por pintura evitando o agravamento progressivo da corrosão na superfície.



Fig.57. Decapagem manual ao grau sa 2 ½ da porta do leme, usando bailéu.
Fonte: Foto do autor.



Fig.58. Decapagem manual seguida, ao grau Sa 2 ½ da zona do delgado de proa. As restantes zonas corroídas do fundo vertical foram decapadas em "spots" Sa 2 ½.
Fonte: Foto do autor.

2.2.4.5 - Decapagem Com "Robot" por Controlo Remoto

Na Lisnave, e conforme as dimensões dos navios docados, para maior rentabilização dos trabalhos, recorre-se frequentemente à utilização de um sistema robotizado de decapagem com água sob muito alta pressão, conhecido por hidrodecapagem, controlado remotamente, particularmente adoptado no caso de decapagem contínua ao longo de vastas extensões conforme se verifica na figura 59.

Se bem que o processo possua grandes vantagens relativamente à decapagem manual a seco com granalha, apresenta porém alguns inconvenientes, nomeadamente o baixo perfil de rugosidade atingido pela superfície para adequada "ancoragem" da tinta, em virtude do agente activo ser apenas água, e portanto por oposição ao abrasivo mineral, sem as faculdades para produzir o desejável perfil da superfície que é facilmente obtido pelo impacto do abrasivo sólido, dotando o substrato de óptimas condições para a fixação da demão de primário. A sua aplicação concentra-se particularmente em áreas planas em virtude da dificuldade de contorno de irregularidades ou descontinuidades da superfície, obrigando por vezes no final dos trabalhos a uma decapagem manual localizada, com granalha, para retificação nos cordões de soldadura e acabamentos demasiados "vidrados", isto é, praticamente planos e sem rugosidade, onde exista o risco de aderência da tinta.

A fixação ao casco do dispositivo decapador móvel, efectua-se em simultâneo por meios magnéticos e por vácuo e, como redundância de segurança, recorre-se à suspensão por cabos de aço fixados aos cabeços no convés do navio.



Fig.59. Hidrodecapagem por meio de "robot" nas zonas planas do casco. O operador relativamente afastado, controla a máquina por meio de "joy-stick".

Fonte: Foto do autor.

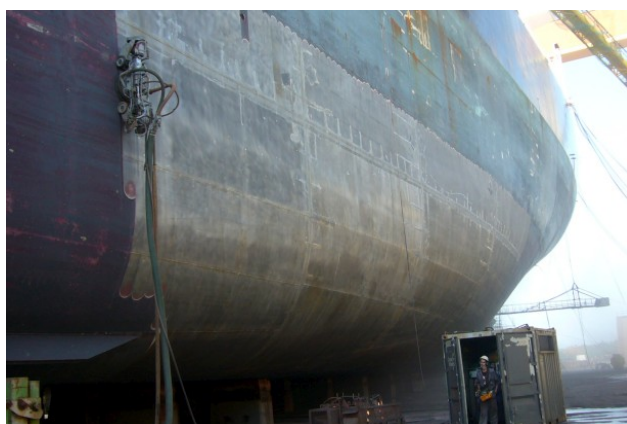


Fig.60. Hidro-decapagem seguida ao grau Sa 2 ½ do fundo vertical por meio de "robot". As zonas imperfeitas tais como os cordões de soldadura viriam a ser submetidas a posterior decapagem manual localizada.

Fonte: Foto do autor.

2.2.5 - Meios e Acessos

Este capítulo descreve sucintamente os meios e acessos habituais, disponíveis na maioria dos estaleiros visitados, indispensáveis para apoio a todas as operações de manutenção dos navios.



Fig.61. Pormenor da hidrodecapagem no fundo vertical. Observam-se alguns “queimados” produzidos por trabalhos de soldadura na face interior do casco, nos tanques laterais de lastro.

Fonte: Foto do autor.



Fig.62. Verificação do padrão de rugosidade da superfície do fundo vertical, recentemente decapada, por meio de um rugosímetro-comparador táctil, para avaliar o adequado perfil de ancoragem para aplicação de tinta.

Fonte: Foto do autor.

2.2.5.1 - Meios: Pistola "airless"; Ar comprimido

Conforme anteriormente referido, a aplicação de tintas em estaleiros navais é geralmente efectuada com recurso aos sistemas "airless spray", dotados de grande capacidade em termos de rendimento e de relativamente fácil instalação.

Em termos operacionais, estes sistemas requerem apenas uma alimentação de ar comprimido da rede, necessariamente isento de contaminação por óleo e humidade.

As fontes de ar comprimido poderão ter duas proveniências: instalação fixa no estaleiro com rede de tubagem de distribuição ao longo do estaleiro em geral e nas docas secas em particular; unidades móveis autónomas com geradores/compressores de ar, distribuídas para os locais específicos de intervenção.

Para além da pintura, as fontes de ar comprimido intervêm igualmente nas actividades de decapagem.

2.2.5.2 - Acessos: Gruas-Bailéus; "Dock-arms"; "Cherry-pickers"; Plataformas Articuladas, "Tesouras"

Considerando as dimensões e respectivas formas características, a acessibilidade a todas as zonas do costado dos navios é uma problemática sempre presente durante todo o período de docagem, requerendo desta forma meios específicos para permitir o necessário alcance. As figuras 63 a 68 permitem ilustrar alguns destes meios.

O mais básico meio de acesso ao costado é, desde longa data, o bailéu. Com todos os inconvenientes, nomeadamente o de estabilização devido à posição pendular, pendendo de uma grua e controlado por um homem através de estropos nas laterais da doca, tem porém a vantagem de comportar uma equipa de dois ou mais pintores ou decapadores em simultâneo.

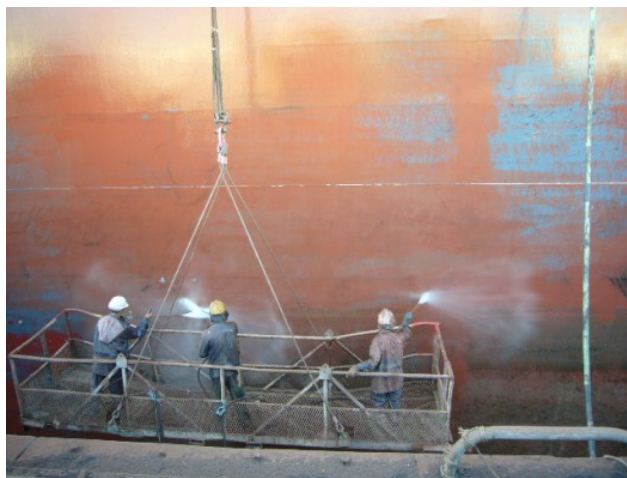


Fig.63. "LAP", lavagem com água doce a alta pressão na zona do fundo vertical. Bailéu suspenso por intermédio de grua. Permite-se desta forma com este recurso, a intervenção simultânea de vários operários.

Fonte: Foto do autor.



Fig.64. Plataforma elevatória articulada normalmente conhecida por "Tesoura", utilizada neste caso para trabalhos de decapagem.
Fonte: Foto do autor.

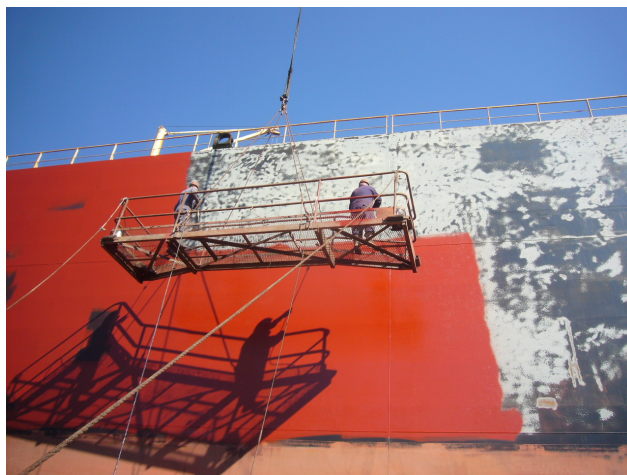


Fig.65. Aplicação da primeira demão de retoques, praticamente geral, com primário "epoxy" no "Topside" após tratamento por decapagem ao grau Sa 2.
Fonte: Foto do autor.

Para além dos meios básicos referidos, podem igualmente nomear-se as plataformas de elevação "Grove" ou "Cherry Pickers" e as unidades articuladas tipo "tesoura", ambas de emprego rotineiro e com amplas valências para os mais variados tipos de trabalhos. Adicionalmente, o estaleiro da Lisnave Mitrena, dispõe ainda de braços hidráulicos, "dock arms" nas docas mais recentes 30, 31 e 32. Estes dispositivos destacam-se como os meios de acesso ao costado mais rápidos e eficientes. Operados por um condutor e dotados de um cesto rotativo no extremo onde se encontra o pintor, deslocam-se ao longo de toda a extensão da doca sobre carris.



Fig.66. Naval Rocha. Recurso ao bailéu para pintura a rolo, da superestrutura.
Fonte: Foto do autor.

Lamentavelmente, alegando-se condições de segurança, as "cherry pickers" e os braços hidráulicos não são permitidos utilizar em operações de decapagem, embora possuam grande potencial para fornecer uma excelente ajuda na agilização dos respectivos trabalhos.



Fig.67. Lavagem após entrada em doca. Pormenor da utilização de uma "Cherry Picker". Pode-se observar a sua versatilidade com movimento tipo telescópico da lança/extensão do braço, permitindo alcançar facilmente todos os pontos do casco.
Fonte: Foto do autor.



Fig.68. Braços articulados, "Dock arms", a "BB" e "EB", com deslocação sobre carris ao longo de toda a extensão do navio. Estes meios proporcionam pela sua flexibilidade, um acesso fácil e rápido a qualquer zona do casco.

Fonte: Foto do autor.

2.2.6 - Inspeção ao Tratamento de Superfície e Aprovação

Os inspectores de pintura, respondendo directamente ao armador através do superintendente, são normalmente os seus delegados perante o estaleiro para aprovação e garantia de qualidade dos trabalhos.

Desta forma, na fase de aprovação, estão igualmente presentes, o supervisor/encarregado da docagem e o agente do controlo de qualidade.

Nos maiores estaleiros, como é o caso da Lisnave Mitrena, dispõe-se localmente de uma equipa de técnicos de controlo de qualidade que asseguram o acompanhamento de toda a obra, alertando e obrigando sempre à correcção de tarefas ou trabalhos aquém dos padrões especificados. Estas equipas são uma mais valia para os inspectores de pintura das variadas firmas presentes no local, permitindo em paralelo confirmar por redundância os parâmetros e demais condições atmosféricas, bem como da qualidade e evolução dos trabalhos.

2.2.7 - Operações Preliminares à Fase de Pintura

Aprovado o tratamento de superfície conforme o grau definido, dá-se início aos trabalhos de pintura, sendo necessário observar previamente as condições atmosféricas, algumas delas totalmente limitativas para a progressão dos trabalhos.

2.2.7.1 - Condições Atmosféricas e Ambientais

São analisados e registados os seguintes elementos:

- Temperatura do ar
- Temperatura da superfície do navio
- Humidade relativa, HR

- Ponto de orvalho (PO). Por precaução respeita-se sempre um "PO" mínimo de 3°C abaixo da temperatura da superfície do navio para salvaguardar o risco de condensação
- Ventos predominantes, velocidade e intensidade
- Outros fenómenos meteorológicos: chuva ou aguaceiros

Salienta-se também, embora raramente possa ocorrer, o eventual aparecimento de colónias consideráveis de insectos alados que, atraídos pela tinta fresca, possam fixar-se ao casco ao longo de vastas extensões com desastrosas consequências.

2.2.7.2 - Cálculos Auxiliares

Uma das ferramentas essenciais do inspector é o recurso ao cálculo rápido de áreas, consumos, espessuras e demais elementos que sirvam de apoio para garantia de uma docagem com o mínimo de problemas indesejáveis. São apresentadas no capítulo 2.1.4.7 deste relatório as principais fórmulas auxiliares de cálculo utilizadas pela maioria do pessoal interessado nas operações de pintura.

2.2.7.3 - Áreas do Navio pelo Método "Lloyds"

Como anteriormente referido, a forma relativamente caprichosa dos cascos dos navios, com predominância de superfícies curvas e perfis variados, é por vezes passível de suscitar dúvidas em termos de definição de áreas, entre os diversos agentes envolvidos na docagem, mesmo perante desenhos rigorosos e demais esquemas ilustrativos. Para obtenção de valores consensuais e muito ajustados à realidade, pode-se recorrer a vários modelos de cálculo, sendo muito comum a aceitação das conhecidas fórmulas da Lloyd's que permitem dessa forma clarificar esses valores, geralmente com boa aceitação e que se passam a descrever:

- "Topside"

$$A = 2 \cdot H \cdot (Loa + 0,5 \cdot B)$$

- "Boottop"

$$A = 2 \cdot h \cdot (Lpp + 0,5 B)$$

- Fundo + "Boottop"

$$A = [(2 \cdot d) + B] \cdot Lpp \cdot P$$

A = área

H = altura do "Topside" (pontal - calado)

Loa = comprimento fora a fora ou total

h = altura do "Boottop"

Lpp = comprimento entre perpendiculares

B = boca máxima

d = calado máximo

P = coeficiente específico: 0,90 para navios tanque grandes; 0,85 para navios graneleiros; 0,70 a 0,75 para navios de carga seca

2.2.7.4 - Área dos Picadeiros

Decorrente da prática diária, existe um pequeno pormenor por vezes menosprezado: a área dos picadeiros. Durante uma das últimas docagens que contribuíram para este relatório, verificou-se que um navio de 183 metros de comprimento e 32 metros de boca, assentava em 108 picadeiros colocados ao longo da quilha e 38 em cada bordo, num total de 184. Possuindo cada picadeiro um plano de madeira de assentamento de aproximadamente $1200 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} = 0,7 \text{ m}^2$, pode-se concluir que, para os diversos propósitos de ponderação de valores, deveriam ser deduzidos à área do fundo chato, cerca de 130 m^2 , isto é, cerca de 3% num total de 4.200 m^2 . Não sendo neste caso muito significativo, existem porém situações em que esta percentagem é substancialmente superior, fazendo todo o sentido integrá-la para os mais variados efeitos de cálculo.

Note-se que, para o consumo de tintas, será irrelevante considerar este valor, uma vez que durante as operações de pintura, e particularmente na linha de picadeiros da quilha, com grande proximidade entre eles, todo o rebordo do picadeiro é pintado em virtude do "leque" da pistola abranger uma área relativamente extensa e por conseguinte, desperdiçar inevitavelmente algum produto nessas zonas.

2.2.8 - Sequência das Operações de Pintura

Após o tratamento adequado das superfícies e respectiva aprovação, segue-se a aplicação do esquema de pintura segundo a respectiva Especificação.

2.2.8.1 - Primários e Demãos Intermédias

Sobre a superfície tratada aplicam-se as sucessivas demãos de primário em retoques ou demãos gerais, tendo sempre em conta as condições especificadas, nomeadamente a espessura húmida e os intervalos de recobrimento em função das condições atmosféricas monitorizadas ao longo do período de pintura.

Todas as demãos intermédias e acabamentos subsequentes, estarão sempre concluídos nas fases anteriores ao antivegetativo ou ao anti-aderente que irão obrigatoriamente figurar sempre como o últimos revestimentos a aplicar.

2.2.8.2 - Prioridade no Acabamento do Topside

É normalmente assumida como prioritária a conclusão prévia da pintura de acabamento do "Topside" por forma a evitar a pulverização de tinta inerte sobre as zonas contíguas de anti-vegetativo/anti-aderente nas áreas do "Boottop" e Fundo Vertical. Da mesma forma, se recorre à mesma fórmula, isto é, à pintura prévia do "Boottop" relativamente ao Fundo Vertical, ainda que este seja passível, como é normal, de ser revestido por antivegetativo convencional ou autopolimentante ou eventualmente com tinta inerte, esta última mais resistente (idêntica à tinta do convés).



Fig.69. Aplicação da primeira demão de retoques de primário na decapagem em "spots" ao grau Sa 2 ½.

Fonte: Foto do autor.

2.2.9 - Pintura do Casco com Anti-aderentes de Última Geração

O âmbito do trabalho foca-se essencialmente neste ponto: o revestimento do Fundo Vertical e do Fundo Chato com uma película de tinta com uma determinada espessura, à base de Silicone, com a qual o armador tenha a garantia de obter resultados muitos satisfatórios e maximizando o intervalo de tempo entre docagens.

2.2.9.1 - Metodologia e Boas Práticas

Em termos operacionais, e durante as operações de rotina, existem determinadas regras, procedimentos e requisitos a seguir, salientando-se, os seguintes:

- Divisão e distribuição das latas na doca como procedimento imprescindível em demãos gerais ou áreas contínuas. Este tema é adiante descrito com mais detalhe no capítulo 2.2.13.3.
- Efectuar o registo dos numeros ou referências de fabrico, vulgo "batch numbers", referentes ao mês e ano de produção e origem da fábrica, para identificação e garantia de uma aplicação do produto dentro do período de armazenamento considerado válido, "shelf life", bem como para futuras análises em laboratório no caso de eventuais anomalias e defeitos ou estudo de "performances".
- Monitorizar continuamente a prestação individual dos pintores, por forma a detectar eventuais operários mal qualificados ou desajustados para determinado tipo de aplicações, obrigando assim à sua substituição.
- Controlar regularmente a utilização dos agentes de cura adequados. Por erro dos operadores, poderão ser eventualmente trocados em virtude da semelhança de latas correspondentes a distintos produtos.

- Verificar as condições de iluminação ao longo do fundo chato, dando se necessário as devidas instruções para o reforço de candeeiros, projectores ou focos de luz conforme as necessidades observadas. Este pormenor, muitas vezes descurado é decisivo para uma adequada aplicação, particularmente nas zonas contíguas à quilha e nas regiões de maior densidade de picadeiros, onde muitas vezes se verificam lamentáveis falhas na aplicação de tinta.
- Verificar as condições e meios de acessibilidade aos lados verticais do costado em condições que possam garantir uma execução adequada dos trabalhos.
- Controlo rigoroso da quantidade de diluente empregue. O seu uso excessivo é uma prática comum e muito particular desde que se verifiquem duas condições: baixas temperaturas e consequente aumento da viscosidade da tinta e demasiada disponibilidade de produto ao alcance dos intervenientes.
- Monitorização da operacionalidade dos agitadores de tinta por forma a ser permanentemente mantida a homogeneidade do produto.
- Implementar adequada distribuição de latas ao longo do fundo da doca, previamente à aplicação, dividindo o navio em distintas áreas, para melhor controlo da espessura. Em anexo são apresentados esquemas práticos sobre o tema, normalmente fornecidos ao supervisor do empreiteiro para distribuição ao pessoal encarregue da pintura.

2.2.9.1.2 - Outros Requisitos Definidos pelo Fabricante

Concluídas todas as intervenções entretanto descritas, nomeadamente, lavagem, desengorduramento e decapagem, e no caso particular de aplicação de silicones que exigem a garantia de uma película contínua segundo uma espessura constante, são definidas pelo fabricante, e aceites pelo armador que assim passará a vincular o cumprimento das seguintes regras e precauções, determinantes para a obtenção de resultados óptimos:

- Capacidade mínima de 300 bar no sistema de pressurização para lavagem com água doce a alta pressão.
- Para hidrodecapagem a pressão do respectivo equipamento deverá ser de 2500 bar.
- Apresentação de equipamento de pintura com capacidade adequada, preferencialmente novo ou que evidencie rigorosas operações regulares de manutenção.
- Utilização de mangueiras novas para aplicação de tinta.
- Todos os equipamentos e componentes em geral em contacto com os silicones a aplicar, deverão estar totalmente isentos de quaisquer vestígios de resíduos contaminantes e depósitos de tintas velhas (fig. 72, 73).

- Utilização de agitadores novos ou completamente limpos e livres de resíduos.
- Emprego de bicos de pintura novos, de calibres variáveis, conforme a finalidade/zona a que se destinam e de acordo com a respectiva especificação de pintura. O uso incorrecto poderá resultar em defeitos na aplicação, nomeadamente escorridos e irregularidades na espessura da tinta, contribuindo para uma deficiente formação da película.
- Utilização de uma tela plástica de material sólido e leve para aplicação da "máscara" (fig. 75, 79), conforme descrito no capítulo 2.2.9.2.5.
- Providenciar iluminação adequada durante a preparação de superfície, particularmente na região do fundo chato.
- Disponibilização de meios e acessos de elevação, do tipo "cherry-pickers", plataformas articuladas tipo "tesoura" ou outros, em quantidade suficiente, e de acordo com o planeamento, sempre com uma unidade de reserva para o caso de eventuais avarias.
- Disponibilidade de recurso rápido a detergente solúvel em água para limpeza e remoção de gorduras e/ou óleos contaminantes que eventualmente se venham a verificar na superfície e trinchas adequadas para respectiva aplicação.
- Recomenda-se, durante um período preliminar à operação de pintura, a recirculação continua com diluente ou solvente adequado (bater as máquinas), de todo o sistema de bombas, filtros, válvulas, mangueiras e pistolas por forma a garantir a total isenção de depósitos ou partículas residuais contaminantes.
- Atenção especial às previsões de temperatura, devendo-se observar sempre valores de 10°C ou superiores, aceites como mínimos para este tipo de aplicações. Em situações especiais pode ser recomendado o armazenamento da tinta em contentores aquecidos (fig. 70), colocados no fundo da doca, por forma a que a sua temperatura no acto de pintura atinja um valor mínimo de 15°C. Em zonas delimitadas poderá igualmente isolar e aquecer-se o ambiente para valores também da ordem dos 15°C. Note-se que para este efeito, a Lisnave dispõe dos meios referidos, tendo-se verificado a sua utilização durante o período de inverno. Os intervenientes responsáveis deverão estar absolutamente a par das previsões atmosféricas, que devem monitorizar com regularidade.



Fig.70. Contentor aquecido eléctricamente, para armazenamento nocturno e estabilização de temperatura de “Hempasil Nexus”, requisitado para uma docagem durante o período de inverno de 2014.

Fonte: Foto do autor.

- A ocorrência de eventuais escorridos, inaceitável durante a fase de pintura, deve ser objecto de imediata correcção por meio de trincha ou outra alternativa garantindo a regularidade do grau de acabamento.
- É mandatória a selecção de pintores experientes e previamente sensibilizados para aplicação destes produtos. Em virtude do recurso a sub-empregados, os inspectores vêem-se por vezes obrigados a sugerir a substituição de pessoal sem qualificações para este tipo de trabalhos, podendo ser necessário recorrer à elaboração dos chamados “exception reports”.
- Todos os tanques de lastro deverão estar esgotados por forma a evitarem-se condensações na superfície.
- Durante a aplicação do sistema anticorrosivo deve ser evitada a sobre-espessura bem como escorridos que deverão ser eliminados caso ocorram, por forma a não prejudicar as demãos subsequentes, nomeadamente o acabamento.
- Considerar o valor de 11 km/h como limite máximo de velocidade do vento predominante durante a aplicação dos produtos à base de silicone.
- Relativamente à "tie-coat" de Hempasil-Nexus, respeitar o intervalo mínimo de recobrimento de 6h a 20°C (80-85% HR), garantindo-se igualmente estes parâmetros para previsão atmosférica sem chuva pois a superfície é sensível à água não permitindo ser molhada durante esse período de tempo sob risco de formação de bolhas na película.
- Deve-se respeitar a seguinte ordem de mistura nos produtos de 3 componentes, nomeadamente no Hempasil-Nexus: primeiramente adicionar o aditivo e a base, e após homogeneização adequada da mistura, juntar o agente de cura (fig. 71).

Embora sejam reduzidos os casos verificados, o facto é que desde há décadas a utilização de tintas de dois ou mais componentes obriga a uma atenção redobrada. Detecta-se por vezes, especialmente por parte de aplicadores e empreiteiros pouco experientes ou mesmo negligentes, o "esquecimento" de adicionar, o agente de cura que irá reagir com a base da tinta produzindo a secagem/filmificação adequada do produto final. Este erro conduz lamentavelmente a desastrosos resultados pelo facto de a tinta nunca curar após aplicação simples da base sem o respectivo catalizador, obrigando à sua remoção pelos mais variados meios, atrasando os trabalhos e resultando em avultados custos acrescidos, penalizando quase todos os envolvidos.



Fig.71. "Tie-coat" de três componentes. Fases distintas da mistura: 1- base branca (Nexus); 2 - mistura com o aditivo (avermelhado); 3 - adição do agente de cura (incolor).

Fonte: Fotos do autor.

- Aplicar a demão de ligação ou "tie-coat", segundo uma progressão controlada, devendo-se evitar sobreposições de tinta em períodos não simultâneos, em virtude do reduzido tempo de vida da mistura, 1 hora a 20°C, o que poderá provocar problemas de aderência. Pelo mesmo motivo, apenas se deve efectuar a mistura da quantidade necessária do produto atempadamente.

Note-se que estes anti-aderentes, ao contrário dos antivegetativos convencionais ou mesmo autopolimentantes, e pelas suas características particulares, não deverão ser retificados com demãos ou revestimentos subsequentes podendo no entanto ser sujeitos a reparações localizadas com cuidados especiais como por exemplo nas zonas de sobreposição do primário, "overlapping", sobre o silicone intacto em virtude deste não permitir a sua aderência

O sistema de silicone propriamente dito é aplicado após os primários, num esquema de duas demãos, respectivamente a "tie-coat" (versão Nexus), e a demão final, de anti-aderente (Hempasil X3 ou Hempaguard X7). Algumas versões do "Nexus" possuem um intervalo de recobrimento próprio muito curto, já tanto o "X3" como o "X7" podem ser recobertos por si próprios. O Hempaguard X7 é um silicone especial pois inclui biocidas, e por essa razão designado como "anti-aderente avançado", baseado na tecnologia "ActiGuard®" que utiliza o efeito conjunto e inovador do hidrogel de silicone combinado com biocidas eficazes na prevenção de incrustações.

Será sempre de salientar a imperiosa necessidade de cumprir todas as recomendações em geral e a espessura contínua especificada em particular, garantindo assim o efeito de protecção para o intervalo de docagens pretendido.



Fig.72. Tubo de aspiração de tinta em condições inaceitáveis.
Fonte: "Hempel".



Fig.73. Agitador impróprio para utilização por mau estado de limpeza.
Fonte: "Hempel".



Fig.74. Aspecto do bico de pintura "airless" (nozzle) após aplicação de silicone.
Fonte: Foto do autor.



Fig.75. Docagem na Lisnave Mitrena. Fase de aplicação de “A/A” Hempasil/Silicone no fundo vertical. Pode observar-se a colocação de "máscaras" ao longo da "LLL" e também nos calados no "Boottop" já pintado com “A/V” autopolimentante, e nos nomes no "Topside", evitando assim comprometer a aderência das marcações por eventual "contaminação" por silicone pulverizado nessas áreas.

Fonte: Foto do autor.

2.2.9.2 - Cuidados e Precauções Complementares

Para além da monitorização, do controlo e das acções entretanto referidas, durante todo o período de operações de pintura, devem ser observadas várias outras precauções no sentido de prevenir eventuais danos ou inconvenientes daí resultantes e que possam eventualmente concorrer contra as boas práticas para uma correcta aplicação.

2.2.9.2.1 - Isolamento da Protecção Catódica; Ânodos e Corrente Imposta (ICCP)

Sob especificação e supervisão dos técnicos da protecção catódica, é normalmente aplicada, uma demão de betume tipo "Epoxy Filler", na área previamente decapada, adjacente a cada eléctrodo, formando uma zona dielétrica em redor de cada ânodo.

Tanto os eléctrodos de corrente imposta, "ICCP", como os ânodos sacrificais, fixados ao casco por meio de soldadura ou aparafusados, são protegidos com plásticos e/ou com fita isoladora para se evitar a cobertura por tinta, obrigando e dificultando sua futura remoção.



Fig.76. Operação de isolamento do hélice e dos zínco da porta do leme.
Fonte: Foto do autor.



Fig.77. Protecção dos ânodos de alumínio no robaletes, com fita isoladora.
Fonte: Foto do autor.

2.2.9.2.2 - Isolamento dos Propulsores / Hélices, Odómetro e Sondas

Os "espelhos" das sondas, odómetro e outros transdutores localizados no fundo do navio, são revestidos com de fita isoladora. Os hélices são normalmente polidos e isolados com tela plástica (fig. 76).

Nota 6: No isolamento de zínco, embora não seja muito aconselhável particularmente naqueles já em fase de desgaste avançada, aplica-se eventualmente massa lubrificante a qual, sendo desaconselhável em termos poluentes o é igualmente em relação ao risco de, no caso particular de ânodos desgastados e com porosidades relativamente profundas, poderem os mesmo ficar parcialmente isolados inibindo assim o seu correcto funcionamento.

Em tempos foi igualmente uma prática generalizada o revestimento dos hélices com óleo prevenindo assim a superfície contaminada com tinta. Este procedimento parece ter sido entretanto descontinuado.

2.2.2.9.3 - Protecção de Embornais / Tacos de Madeira

São colocados tacos de madeira nos embornais (tubagem de descarga) ao longo do costado para facilitar a drenagem de água e evitar o contacto com as zonas a pintar.

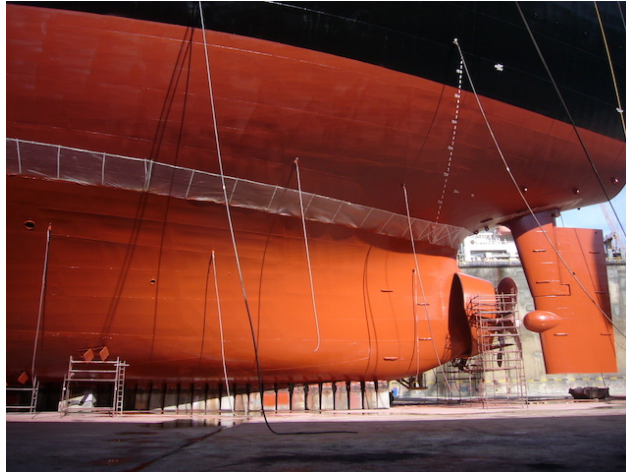


Fig.78. Colocação de mangueiras para drenagem nos lados verticais do navio.
Fonte: Foto do autor.

2.2.9.2.4 - Colocação de Tubagem / Mangas para Drenagem do Convés

Por forma a se evitar prejudicar os trabalhos de pintura ao longo do costado provocados por escorrências de águas, e demais fluidos contaminantes provenientes do convés e zonas adjacentes, são extendidas mangas plásticas e/ou mangueiras para o seu encaminhamento para ao fundo da doca (fig. 78).

2.2.9.2.5 - Montagem de Uma "Máscara" Isoladora

Como entretanto referido, impõe-se a necessidade de montar uma "máscara" ao longo de toda a extensão longitudinal do navio e cujos objectivos principais são, respectivamente, evitar a contaminação por silicone das superfícies adjacentes, nomeadamente do "topside" e "bootop" que, uma vez pulverizadas por silicone, terão sérios problemas de recobrimento e evitar igualmente a contaminação das áreas para aplicação por silicone por produtos de outras origens, como por exemplo, acabamento de poliuretano do "topside" ou antivegetativo convencional da região do "boottop" ou do fundo chato. Pode-se observar na foto da figura 75, que foram isoladas por razões idênticas, algumas zonas específicas para pintura dos nomes/identificação, marcas e calados do navio.

A máscara isolante com cerca de 1,5m de largura, deve ser composta por uma tela plástica, fixada ao longo do costado do navio por meio de fita-cola de papel, a colocar na fase de trabalhos anterior à pintura do sistema de silicone. Recomenda-se a aplicação inicial da fita-cola para "cortar" a linha, ao que deve seguir-se a fixação da película plástica. Para melhor consolidar a fixação e reduzir os efeitos do vento, recomenda-se efectuar vários golpes alternados em toda a tela plástica onde será aplicada fita-cola aumentando assim as zonas de contacto com a superfície.

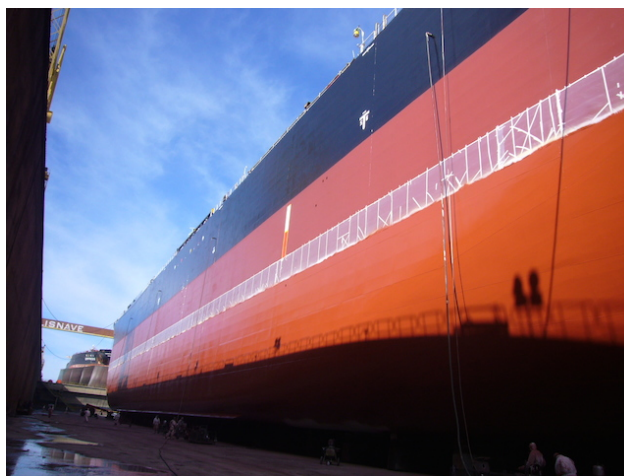


Fig.79. Montagem de "máscara" sobre o "boottop", previamente pintado com "A/V" autopolimentante em toda a extensão da "LLL", linha de carga leve.

Fonte: Foto do autor.

2.2.10 - Execução dos Trabalhos de Pintura

Durante as operações de pintura são observados normalmente todos os procedimentos e aplicadas as regras entretanto descritas, sempre com um objectivo de manter as boas práticas, no sentido de serem obtidos os melhores resultados finais.

Considerando o volume dos trabalhos e dimensões dos estaleiros onde foi realizado o período de estágio e as docagens objecto deste relatório, verificou-se que nem sempre terá sido fácil garantir uma execução isenta de problemas e com pleno cumprimento das especificações. No entanto, e com base na prática de décadas de todos os agentes envolvidos, conseguiu-se em geral concluir todas as tarefas segundo aceitáveis padrões de qualidade e em tempo útil conforme programado e geralmente com satisfação dos respectivos armadores.

2.2.11 - Acabamentos e Conclusão dos Trabalhos de Docagem

Com o aproximar da conclusão dos trabalhos procede-se às várias actividades de acabamentos segundo uma orientação lógica, por forma a cumprir em devido tempo todas as tarefas agendadas, potencializado a disponibilidade de acessos, pessoal e demais meios em campo.

2.2.11.1 - Pintura de Ralos e Tomadas de Fundo (Caixas de mar)

A preparação de superfície e pintura dos ralos e demais espaços permanentemente sujeitos a imersão, pode ser efectuada em moldes idênticos à área do fundo chato, porém, e considerando as particularidades destas superfícies, optou-se algumas vezes por um esquema alternativo, nomeadamente substituindo o silicone por anti-vegetativo convencional ou auto-polimentante.

2.2.11.2 - Calados, Nomes e Marcas

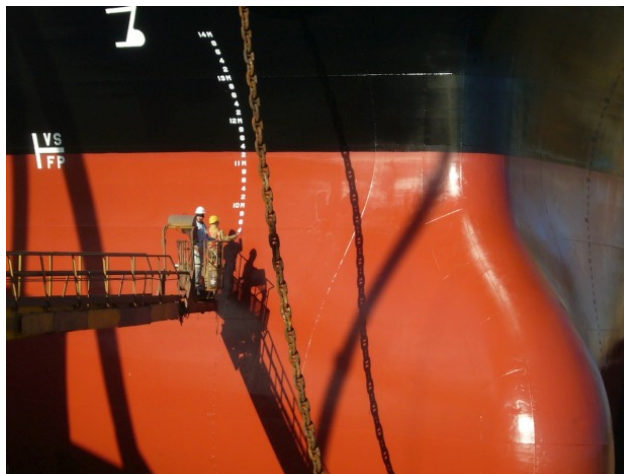


Fig.80. Pintura das marcas de calado no "topside" e "boottop".
Fonte: Foto do autor.

Na sequência da aplicação da última demão do sistema de revestimento, procede-se à pintura de marcas e calados ao longo de todo o costado do navio. Como descrito adiante, todos os produtos utilizados deverão ser totalmente compatíveis entre si em termos físicos e químicos (fig. 80, 88).

2.2.11.3 - Tratamento de Queimados e Soldaduras



Fig.81. Após a conclusão da fase principal de pintura, ocorrem por vezes trabalhos no interior e exterior do casco, nomeadamente queimados devido a soldaduras que provocam o dano das películas de tinta nova aplicada.
Fonte: Foto do autor.

Conforme se pode observar nas figuras 81 a 84, nesta etapa é habitual ocorrerem alguns trabalhos não previstos ou agendados anteriormente, ou mesmo o prolongamento de outros que devido a atrasos de vária ordem que, prejudicam a evolução regular das várias tarefas. Desta forma, a qualidade da pintura seria sempre afectada, limitando-se a aplicações manuais de primário e acabamentos, em função do período de tempo disponível para a execução e secagem dos mesmos. Estas anomalias foram registadas no respectivo relatório, documentando de forma adequada eventuais confrontos ou reclamações futuras relativamente a execução de trabalhos deficientes ou incompletos.

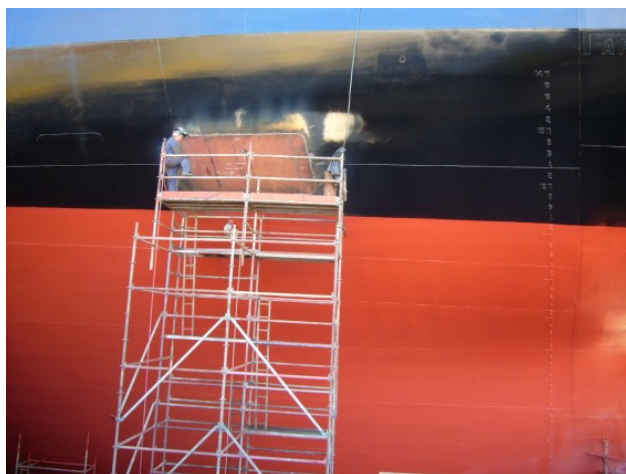


Fig.82. Colocação de uma chapa nova no "Topside" após conclusão da pintura geral do casco. É frequente mas inevitável este tipo de situações, danificando os sistemas de pintura entretanto aplicados.

Fonte: Foto do autor.

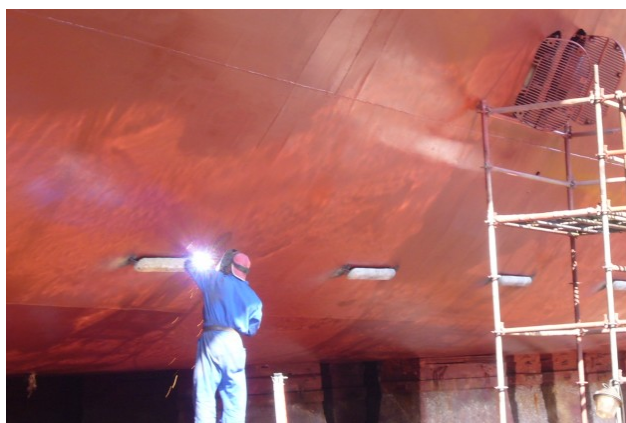


Fig.83. Soldadura de ânodos de zinco no encolamento, podendo-se observar os danos por efeito de queimados, na tinta recentemente aplicada.

Fonte: Foto do autor.



Fig.84. Retocando a rolo zonas entretanto danificadas por soldadura no fundo vertical após efectuar tratamento mecânico manual.

Fonte: Foto do autor.

2.2.11.4 - Corte de linhas

Esta operação consiste no "alinhamento" com relativo rigor, das linhas de flutuação, respectivamente, carregado, "DLL" e da linha leve "LLL" (fig. 85, 86, 89).

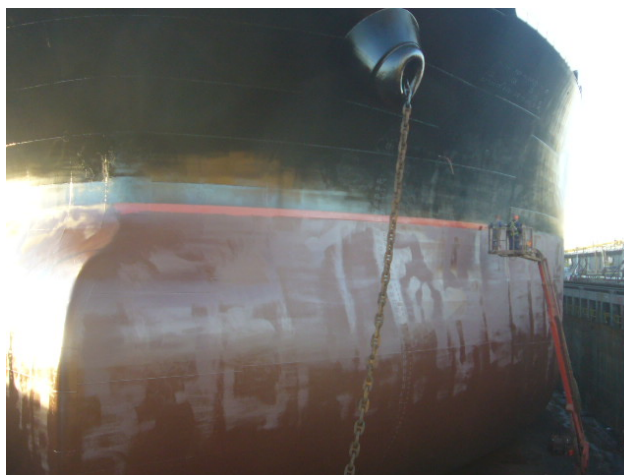


Fig.85. Corte de linhas a rolo, neste caso a linha de carregado, "DLL" (deep load line), com "antifouling" vermelho da ultima demão sobre a demão geral prévia de "antifouling" castanho.

Fonte: Foto do autor.

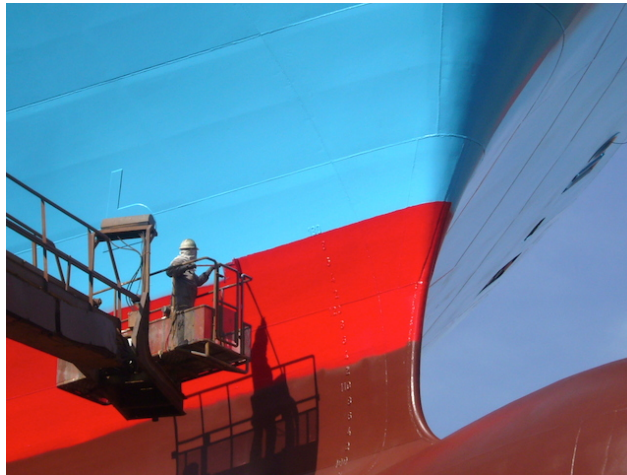


Fig.86. Detalhe da operação do corte da "DLL" a rolo, com tinta do "boottop".
Fonte: Foto do autor.

2.2.11.5 - Áreas de Teste. Pintura de "Inert spots"

São por vezes pintadas sobre as zonas de antivegetativo do Fundo Vertical e mesmo Fundo Chato, algumas áreas de teste, normalmente de pequenas dimensões (fig. 87), por exemplo 600mm x 300mm, com tinta inerte e de cor contrastante para melhor visualização, por forma a observarem-se as "performances" da película de tinta activa relativamente a uma zona neutra, designada por "inert spot". A observação periódica destes pontos, permitirá concluir sobre os resultados do revestimento antivegetativo em função da respectiva espessura, das águas navegadas, períodos de imobilização, velocidade do navio e outros parâmetros por forma à continua melhoria e optimização das características dos produtos.

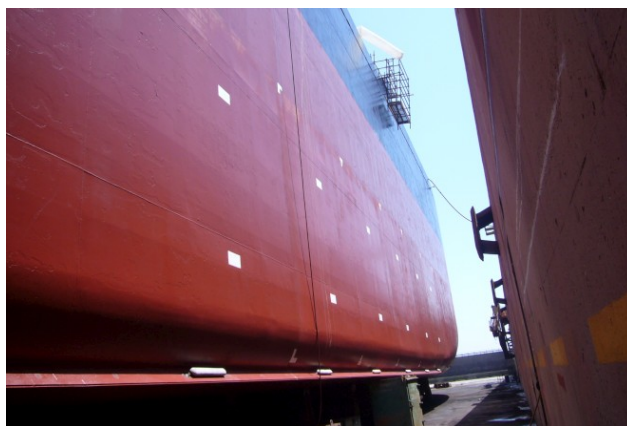


Fig.87. Colocação de marcas brancas, vulgo "inert spots" no fundo vertical sobre a película nova de "A/V". Estes rectângulos de tinta inerte, permitindo pelas suas características a incrustação de organismos, facilitam uma posterior análise laboratorial que, por comparação, irá conduzir a conclusões sobre o comportamento do "A/V" ao longo de períodos de tempo definidos.

Fonte: Foto do autor.

2.2.11.6 - Compatibilidade de Produtos para Marcas e Calados

Deve-se ter particular atenção à pintura dos calados e marcas do costado com produtos compatíveis com o revestimento existente por forma a se evitar indesejáveis descolamentos destas importantes referências gráficas por problemas de aderência. No caso das zonas com silicone, deverão igualmente pintar-se todas as marcas dessas áreas com tinta branca apenas desse mesmo tipo e, na sua falta, pode-se eventualmente recorrer ao uso do primário de silicone no caso deste possuir uma cor clara na gama dos cinzentos ou amarelos (fig. 80, 88).



Fig.88. Pintura das marcas de calado com silicone branco por meio de rolo, necessariamente compatível com a demão anterior de "A/A".

Fonte: Foto do autor.

2.2.12 - Emissão de Certificados de Tintas Antivegetativas

Com a conclusão dos trabalhos de aplicação dos "A/V" ou "A/A", o fabricante de tintas obriga-se a emitir um certificado destinado ao armador, e cuja cópia será entretanto encaminhada para a sociedade classificadora, atestando que os produtos aplicados são isentos de tóxicos de origem organoestânica, "TBT free", com referência dos produtos e datas de aplicação.

A certificação emitida estará em conformidade com a "International Convention on the Control of Harmful Antifouling Systems on Ships", adoptada pela IMO em 5 Outubro de 2001 (IMO document AFS/CONF/26).

Encontra-se em anexo um exemplar deste tipo de documento.

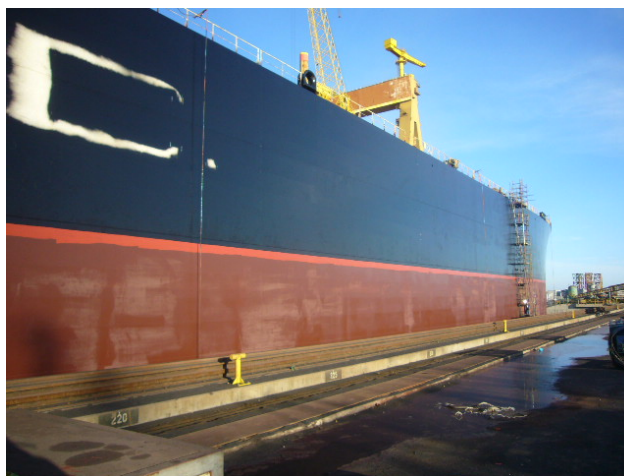


Fig.89. Corte de linhas a rolo, da "DLL", linha de carregado, com "A/F" vermelho da ultima demão sobre a demão geral prévia de "A/F" castanho.

Fonte: Foto do autor.

2.2.13 - Monitorização e Controlo; Observações Intermédias

Neste capítulo são descritas as principais operações auxiliares e complementares da actividade de supervisão e controlo dos trabalhos levadas a cabo pelo inspector.

2.2.13.1 - Condições Atmosféricas

Para além da disponibilidade dos meios operacionais, a evolução dos trabalhos durante a docagem está intimamente ligada às condições atmosféricas. Sendo as docas isentas de cobertura, processando-se portanto as actividades a céu descoberto, é fundamental a consulta antecipada dos vários boletins meteorológicos disponíveis da região ou preferencialmente, do local. São apresentados em seguida dois exemplos, nomeadamente do IPMA e WindGuru (figuras 90, 91).

Conforme referido, o recurso a estes meios de informação é indispensável para todo o planeamento dos trabalhos tendo em conta a problemática de secagens, recobrimentos e, consequentemente, a data provável para alagamento da doca e saída do navio.

Em cada período prévio e mesmo durante as operações de pintura, são observadas e registados com todo o rigôr, os seguintes parâmetros:

Temperatura do ar / bolbo seco; Temperatura húmida / bolbo húmido; Humidade Relativa; Ponto de Orvalho e Ventos Predominantes.

2.2.13.2 - Controlo da Espessura Húmida

Durante a aplicação de cada demão de tinta, os inspectores, os técnicos do controlo de qualidade e os próprios pintores controlam e monitorizam a espessura da tinta húmida com auxílio de um dispositivo simples (fig. 92), conhecido por “pente” de medição de espessuras.



Fig.92."Pente". Dispositivo medidor de espessuras húmidas.
Fonte: Foto do autor.

Este dispositivo simples, graduado em micrómetros, vulgo microns (1 mm = 1000 microns), permite avaliar de forma satisfatória, durante a aplicação de pintura, a espessura húmida por forma a garantir uma distribuição homogénea da tinta em toda a superfície e de acordo com os valores especificados. Para isso, basta aplicar directamente sobre a tinta fresca os dois bordos extremos do aparelho até atingir a superfície ou eventualmente a demão anterior totalmente seca e observar o maior valor dos "dentes" pintados. A leitura do dente de maior indicação de espessura com tinta dará de imediato o valor da película húmida.

Note-se que este método pode ser passível de erros uma vez que, por acção de interpenetração de solventes da demão em curso, estes podem atacar a demão anterior obtendo-se assim uma leitura pouco correcta uma vez que o pente possa penetrar mais além, isto é, nas camadas entretanto aplicadas e supostamente secas fornecendo uma leitura errada.

2.2.13.3 - Divisão e Distribuição de Latas

Em demãos gerais ou áreas contínuas bem definidas, para ultrapassagem da questão relacionada com a penetração de solventes e leitura incorrecta através do "pente", recorre-se ao método da divisão de latas de tinta aplicadas em sectores ou segmentos do navio bem definidos recorrendo às marcações longitudinais na doca como referência. A distribuição da tinta, calculada em função da espessura especificada e considerando ao mesmo tempo conforme as formas específicas do navio ou das zonas a pintar é a melhor fórmula prática para garantir uma aplicação segundo a espessura definida, desde que sejam garantidas as boas práticas de aplicação (fig. 93).

No capítulo dos anexos são apresentados esquemas práticos de divisão e distribuição de latas para demãos gerais de silicone no fundo chato e fundo vertical.



Fig.93. Divisão de latas para aplicação de “A/A” de silicone. No primeiro plano, tinta com o respectivo agente de cura, para uma secção do fundo chato; no segundo plano tinta para um segmento do fundo vertical. No plano mais afastado, podem-se observar as marcas/cotas no fundo da doca, muito úteis como referências.
Fonte: Foto do autor.

No ponto 2.3.7 deste trabalho, é descrita uma listagem da instrumentação e demais recursos indispensáveis ao inspetor durante a actividade em doca.



Fig.94. Disco calculador do ponto de orvalho. Entrando com a temperatura do bolbo seco e a humidade relativa obtem-se a temperatura do "P.O."
Fonte: <https://ptmusindo.files.wordpress.com/2012/06/114-dewpoint-calc.jpg>



Fig.95. Modelos distintos de psicrômetros utilizados em campo. Em ambos os aparelhos, observa-se o bolbo húmido envolvido pela manga textil.
Fonte: Foto do autor.



Fig.96. Instrumentação: Termómetro de contacto de superfície e anemómetro portátil.
Fonte: Fotos do autor.

2.2.13.4 - Controlo de Espessuras Secas ("DFT, Dry Film Thickness")

De grande relevância é igualmente o registo das medições de espessura película de tinta seca que se pode efectuar em três fases distintas:

- Após a entrada do navio em doca, concluída a lavagem com água doce a alta pressão, a medição permite ajuizar sobre a espessura do sistema de tintas velho existente, e desta forma ponderar em caso de dúvida, sobre o tratamento a efectuar;
- Durante a aplicação do sistema de pintura para apurar sobre o seguimento adequado dos valores especificados e proceder eventualmente a correcções de áreas definidas com sub-espessura, conforme efectivamente se verificou;

- c) Após a conclusão dos trabalhos, garantindo desta forma a observância dos parâmetros da especificação.

A espessura de película seca é efectivamente em termos de protecção, um derradeiro parâmetro com o qual se poderá ajuizar e prever sobre o comportamento futuro do casco do navio tanto em termos de corrosão como relativamente à protecção contra incrustações.

Para a tarefa utiliza-se um medidor electrónico, figura 97, embora ainda seja possível encontrar ainda os antigos dispositivos mecânicos que, embora fiáveis, possuem um menor grau precisão, recorrendo à medição por meio de força magnética.

Em ambos os casos será sempre necessário proceder previamente à calibração do aparelho, utilizando um conjunto de pequenas películas do tipo "celulóide" com várias espessuras padrão dentro das várias gamas de medida previstas.

Em termos estatísticos, os aparelhos electrónicos mais avançados permitem igualmente registar, processar e imprimir dados, disponibilizando médias, desvios e demais valores para respectiva análise.



Fig.97. Instrumentação: Medidor/registador electrónico de espessura secas, com as respectivas películas de espessura definida para calibração do aparelho.

Fonte: "Elcometer".

2.2.13.5 - Controlo e Monitorização dos Trabalhos e das Principais Rotinas efectuadas ao Longo dos Períodos das Docagens

Foram verificadas regularmente as condições de pressão de alimentação de água de lavagem e da pressão de ar comprimido da rede para decapagem e para as máquinas de pintura.

As figuras 92, 94, 95, 96 e 97 apresentam alguma instrumentação utilizada durante as docagens dos navios referidas neste relatório.

Com a conclusão desta fase do relatório, apresenta-se a tabela seguinte que resume as principais rotinas e actividades de monitorização dos trabalhos, levadas a cabo durante o período de docagem dos navios.

Monitorização de Dados e Condições Durante as Diversas Fases dos Trabalhos

	L.A.P. *	Decapagem Raspagem Tratº Mecº	Antes Aplicação	Durante Aplicação	Após Aplicação	Conclusão dos Trabalhos
Temp. Seco °C / TS			v	v		v
Temp. Hum. °C / TH			v	v		
Hum.Relativa % / HR			v	v		
P. Orvalho °C / PO			v	v		
Temp. Sup. °C / TS			v	v		
Espes. Húmida µm / EH				v		
Espes. Seca µm / ES					v	v (c)
Sais Superfície	v					
Sais Granalha		v				
Granulometria Granalha		v				
Rugosidade	v (a)	v (b)				v (a)
Divisão / Distrib. Latas			v	v		
Pressão Água doce	v					
Pressão Ar rede / pistola		v		v		
Grau de Prep. Superfície	v	v				

Tab.2. Monitorização de Dados e Condições.

Fonte: Elaboração do autor.

* L.A.P. Lavagem por jacto de água doce a Alta Pressão

(a) Medição da rugosidade com rugosímetro calibrado, com memorização de dados para posterior processamento

(b) Observação do perfil de rugosidade por meios visuais e por tacto com eventual recurso a comparador

(c) Pode ser efectuada uma leitura aleatória da superfície com um medidor simples ou, alternativamente, elaborar um registo de dados, quando na presença de um aparelho dotado de memória

2.2.13.6 - Fotografias

Durante cada etapa, e em linha com a evolução dos trabalhos, são captadas várias fotografias segundo algumas regras e critérios consensuais ou específicos e que servirão para suporte ao respectivo relatório ilustrando globalmente todas as distintas etapas da docagem.

A facilidade das câmaras digitais permitindo obter um número quase ilimitado de apontamentos fotográficos, obriga a sérios critérios de selecção, evitando-se o desnecessário e inútil avolumar de exemplares.

2.2.14 - Notas Complementares Sobre a Docagem

Tratando-se de um caso particular, a problemática da medição de rugosidade do casco, fazendo embora parte da monitorização e controlo, porém integrando o principal objectivo do trabalho, será por isso abordada independentemente num próximo capítulo específico na fase seguinte do relatório.

2.2.14.1 - Reparação de Danos Mecânicos / Soldaduras e Queimados

Na maioria dos navios verificaram-se diversos trabalhos de substituição de chapas com dimensões e extensão variadas e dispersas ao longo do costado nomeadamente nas zonas verticais e fundo chato. Estas intervenções decorrem geralmente desde o início da docagem, ultrapassando muitas vezes esse período, obrigando assim a pequenas

reparações adicionais, localizadas da superfície e completamente desenquadradas das especificações e do agendamento das operações de pintura originais. A sua reparação reduz-se assim a um simples tratamento mecânico das chapas por picagem, raspagem, escovagem ou disco de lixa, comprometendo amplamente a qualidade dos trabalhos. A pintura nestes locais resume-se a uma aplicação a rolo e/ou trincha com primário, seguindo-se o respectivo acabamento. Pelas razões expostas estes locais específicos serão facilmente observáveis aquando da próxima docagem. Por esse facto será importante assinalá-los devidamente no respectivo relatório.

2.2.14.2 - Pintura dos Propulsores

Observou-se durante algumas docagens, que certos armadores recorriam ao revestimento do hélice por pintura com silicone. Questionados alguns superintendentes sobre essa razão, alegaram simples questões de problemas com corrosão e prevenir contra os fenómenos de cavitação bem como para redução de atrito visando uma maior eficiência na propulsão na presença de pás com superfícies de polimento contínuo e homogéneo, isentas de óxidos e/ou incrustações (fig. 98, 99). Possivelmente mais um interessante tema para trabalhos de investigação, tese ou dissertação.

Nalguns casos observados, procedeu-se à reparação dos danos mecânicos na película existente. Esta reparação pressupôs um tratamento mecânico com disco de lixa, com aplicação de um primário de silicone monocomponente, e posteriormente uma a pintura de acabamento de silicone nos moldes do fundo vertical.



Fig.98. Montagem de andaimes para reparação da pintura do hélice particularmente nos rebordos das pás e no "nariz". Neste caso o próprio leme, igualmente revestido por silicone, foi também objecto de tratamento localizado nas zonas danificadas.

Fonte: Foto do autor.

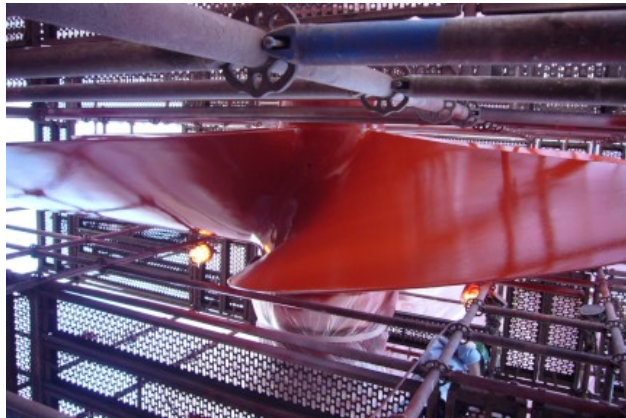


Fig.99. Conclusão dos trabalhos de reparação por meio de retoques de pintura num hélice previamente revestido com silicone.
Fonte: Foto do autor.

2.2.14.3 - Desmontagem de Andaimages

Associada à reparação e substituição de chapas no costado, a desmontagem de andaimes para as referidas actividades, cujos pontos de fixação sujeitam igualmente a superfície a descontinuidades de pintura, são também objecto do mesmo tipo de tratamento descrito anteriormente.



Fig.100. Fundo chato. Colocação de um pequeno painel de chapa após a conclusão da pintura, danificando o esquema recentemente aplicado.
Fonte: Foto do autor.

2.2.14.4 - Reparações de Silicone

Em consequência das aplicações de silicone, nos últimos tempos, durante o período de estágio e preparação deste relatório teve-se à oportunidade de acompanhar alguns trabalhos de reparação da película de silicone principalmente em virtude de danos provocados pelas amarras, defensas, colisões com os cais, ligeiros arrastos no fundo e demais avarias mecânicas que terão danificado a película.

O tratamento adequado para pequenos "spots", consiste na escovagem com disco-lixas das zonas danificadas, ao que se segue a aplicação de demãos de primário epoxídico, seguidamente revestido por uma "tie-coat" adequada (Hempasil-Nexus monocomponente) à base de silicone para promoção da aderência da demão final. Porém, e conforme se pode verificar pelas fotos abaixo, respectivamente 101 e 102, é necessário proceder à total remoção dos rebordos dos primários sobrepostos no silicone existente que, pelas características deste último, são totalmente repelidos, pelo que é necessário proceder à lavagem com água doce a alta pressão para remoção total das películas em excesso, promovendo assim uma superfície adequada ao selante de silicone.

Ambas as fotos ilustram respectivamente uma ideia de uma extensão ampla de reparação e um detalhe da remoção do rebordo da película não aderente, excessiva de primário sobre os "spots".

Após esta intervenção, a superfície será recoberta com o acabamento de silicone original, sem quaisquer problemas de aderência, em virtude de este ser rigorosamente compatível e do mesmo tipo que o produto existente.



Fig.101. Remoção por "LAP" da película de primário epoxídico em excesso, sem aderência, sobre o silicone residual do casco.
Fonte: Foto do autor.

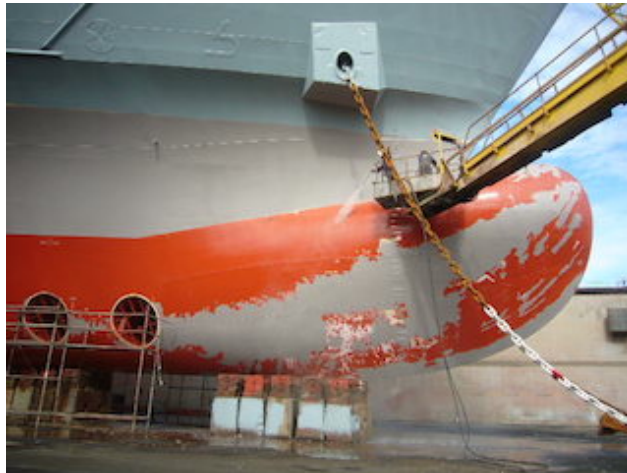


Fig.102. Conclusão da "LAP" para remoção do primário excedente sobre o "A/A" de silicone, e preparação para aplicação da "tie-coat" de silicone.
Fonte: Foto do autor.

2.2.14.5 - Tratamento de Áreas Complementares

Para além do referido tratamento das obras vivas dos navios, tema objecto principal deste trabalho, será conveniente referir que terão existido outras áreas tratadas durante este período: convés e superestrutura, alojamentos, casa da máquina, paióis, tanques de água potável, tanques de lastro e de carga, gruas e equipamento de convés, observados durante o período de recolha de dados. Todos estes trabalhos foram igualmente objecto de especificação de preparação de superfície e pintura, sob moldes e procedimentos idênticos relativamente ao casco (figuras 103 a 105).



Fig.103. Tratamento mecânico em "spots" ao grau St3 nas zonas com corrosão, de tanques de água doce.
Fonte: Foto do autor.



Fig.104. Pintura do convés após hidrodecapagem manual (água doce a alta pressão) a 1300 bar.

Fonte: Foto do autor.



Fig.105. Acabamento do convés na sequência da foto anterior.

Fonte: Foto do autor.

2.2.15 - Equipamento e Material Auxiliar do Inspector

Para além da descrição dos trabalhos, fornece-se uma pequena listagem do material considerado como essencial para o desenvolvimento correcto da actividade do inspector em doca.

2.2.15.1 - Equipamento de Inspeção

Compreendem o material indispensável do inspector de pintura, os seguintes meios e equipamentos:

espátula / raspa, medidor (pente) de espessuras húmidas, termómetro de chapas, psicrómetro e tabela de ponto de orvalho; medidor de espessuras secas, "kit" com fitas de papel para medição de pH, lanterna eléctrica, câmara fotográfica com bateria suplementar, sensor de gases para inspecção de tanques, anemómetro portátil*, 3 mini frascos, respectivamente um com diluente ligeiro (xilol ou tolueno), outro mais forte (acetonas), e um com álcool, pano para limpeza, rugosímetro-comparador em chapa, bloco de apontamentos e esferográfica, lupa pequena 5 a 10x aumentos, giz branco para marcações, navalha ou "x-acto", e catálogo de cores (RAL).

(*) Conforme já referido neste trabalho, observaram-se por vezes algumas condições atmosféricas atípicas da respectiva estação do ano. Durante a docagem de um navio na Mitrena em Abril de 2015, verificou-se mais uma situação completamente anormal. Ventos fortíssimos do quadrante Norte, obrigaram à suspensão dos trabalhos de pintura, atrasando a saída prevista. Sendo recomendado para uma boa prática de pintura, conforme cópia junto da tabela 3, elaborada pelo fabricante (Hempel Coating Reference Handbook), um limite de velocidade de ventos predominantes, em que o valor máximo aceitável de velocidade é de 28 Km/h (força 5 escala de "Beaufort"), entende-se ser necessário o emprego de mais este importante instrumento, raramente utilizado até à data.

WIND SCALES						R 21
Can we paint today?. Not only the humidity and air temperature decides this, but for painting in the open also wind may become an important factor: Below is given the standard wind scales used and comments regarding suitability for airless spray application						
Beaufort number (force)	Wind Speed				WMO	Comments
	s	mph	m/s	km/h	Description	
0	<1	<1	0	<1	Calm	Painting possible with standard consumption factor.
1	1-3	1-3	1	1-5	Calm	
2	4-6	4-7	2-3	6-11	Light breeze	Painting may be possible
3	7-10	8-12	4-5	12-19	Gentle breeze	Excessive consumption factor
4	11-16	13-18	6-7	20-28	Moderate breeze	Severe risk of dry spray
5	17-21	19-24	8-10	29-38	Fresh breeze	Painting not possible
6	22-27	25-31	11-13	39-49	Strong breeze	
7	28-33	32-38	14-16	50-61	Near gale	
8	34-40	39-46	17-20	62-74	Gale	
9	41-47	47-54	21-24	75-88	Strong gale	
10	48-55	55-63	25-28	89-102	Storm	
11	56-63	64-72	29-32	103-117	Violent storm	
12	>=64	>=73	>32	118 -	Hurricane	

Tab.3. Extrato de tabela do “Hempel Coating Reference Handbook”. Condições extremas de vento que poderão restringir as operações de pintura.
Fonte: “Hempel”.

2.2.15.2 - Equipamento de Segurança Individual

São parte indispensável para a segurança e protecção individual do inspector, os seguintes componentes:

- Capacete, fato de trabalho em tecido de algodão (fibras naturais) resistente, luvas, botas com palmilha e biqueira metálica, óculos, máscara e protecções auriculares.

Para deslocação na plataforma móvel elevatória, durante a medição de rugosidade do casco, é obrigatório o recurso a um arnês com mosquetão para fixação ao cesto do aparelho.

2.2.16 - Assessoria Técnica a Bordo, Plano de Manutenção

Considerando os amplos conhecimentos e a prática quotidiana com os vários temas relacionados com pintura de navios, um interessante apoio durante a docagem, normalmente acessível ao imediato e ao chefe de máquinas, é o recurso ao inspector de pintura, solicitando-lhe a actualização de manuais, documentação e demais elementos referentes à especificações de bordo para manutenção técnica, enquadramento e recomendações de aplicação de produtos no sentido de ponderarem as actividades de conservação do navio segundo as respectivas zonas de intervenção.

Este contacto estende-se ainda ao apoio numa possível reposição e/ou actualização de "stocks".

Neste sentido, assistiu-se durante a docagem de um navio de passageiros, a alguns ensaios em coordenação com o imediato e o contramestre, na aplicação de tintas nos tectos falsos, constituídos por painéis metálicos. Foram fornecidas algumas pequenas latas de amostras de tintas por forma a avaliar, para além da compatibilidade do produto com o substrato, a respectiva cor e grau de acabamento em termos de brilho. Após aprovação, passaram os tectos dos camarotes de passageiros do referido paquete a ser pintados com um acabamento acetinado com uma emulsão aquosa à prova de fogo.

2.2.17 - "Progress Report" e Relatório Final

Diariamente, e de acordo com os padrões e regras internas das companhias de tintas marítimas, será necessário manter informados os vários canais locais e internacionais, técnicos e comerciais, bem como o superintendente/armador, acerca da evolução e estado dos trabalhos.

No caso presente, no final de cada dia de actividade, o inspector responsável pelo navio, designado por "team leader", preenche um formulário específico com as mais relevantes informações sobre os trabalhos, ilustrando as mesmas com fotografias. O referido formulário dará origem a um documento, o "Progress Report" que será enviado normalmente por "mail" para todos os principais intervenientes e interessados no processo.

A colecção dos sucessivos "Progress Reports" irá permitir alimentar substancialmente um relatório final mais detalhado, a emitir após a conclusão dos trabalhos, documento esse que irá ser arquivado e distribuído ao armador, servindo como registo e apoio na ponderação de futuras docagens e, para além disso, como suporte de eventuais

reclamações ou necessidade de esclarecimentos de qualquer natureza, que possam entretanto surgir durante o período de tempo até à próxima docagem.

Em anexo, figuram a título de exemplo documental, um "Progress Report" e um extrato parcial de um Relatório final, referentes a navios docados.



Fig.106. Conclusão dos trabalhos de aplicação de Silicone no fundo chato e fundo vertical de um navio tanque docado na Lisnave. "Boottop" revestido por "A/F" autopolimentante e "Topside" com acabamento em poliuretano.
Fonte: Foto do autor.

2.2.18- Temática Ambiental



Fig.107. Lisnave Mitrena, doca 22. Instalação de uma tela e de cortinas de água, para protecção contra poeiras geradas durante as operações de decapagem do casco.
Fonte: Foto do autor.

As docas de origem da Lisnave Mitrena, 20, 21 e 22, foram projectadas e implantadas no terreno seguindo uma orientação Norte-Sul. Por questões ambientais, sendo predominantes os ventos do quadrante norte durante os trabalhos de decapagem, para evitar a contaminação do rio Sado por poeiras resultantes do respectivo processo, são montadas redes entre o navio e a comporta da doca ao que se associam jactos de água projectados em cortina, para aumento do efeito de barreira de protecção (fig.107). Ainda sob o propósito ambiental, e como regra geral, todas as latas utilizadas são escorridas e limpas com recurso a trinchas e empilhadas em contentores metálicos abertos para abandono do estaleiro nas condições adequadas (fig. 108).



Fig.108. Empilhamento de latas usadas, em contentor apropriado para oportuno encaminhamento e depósito em destino para resíduos sólidos.
Fonte: Foto do autor.

De igual forma, a maioria dos resíduos sólidos proveniente do processo do tratamento do casco, nomeadamente a granalha utilizada na decapagem, é recolhida por meio de pás-escavadoras, "BobCats", e carregada em contentor próprio para expedição e posterior transporte para aterro/reciclagem.

Para além do simples cumprimento normativo ambiental, estes procedimentos, permitem ainda projectar diante dos armadores uma imagem muito positiva dos estaleiros neste capítulo.

2.2.19 - Introdução ao Silicones Hempel de Última Geração

Apesar do âmbito do relatório ser genérico e transversal em termos de produtos e de processos, será neste caso, tecnicamente indispensável, mencionar uma gama específica comercializada pela Hempel que, conforme referido na introdução do trabalho, muito contribuiu para a realização do mesmo.

Concebidas originalmente para um desempenho em plena ausência de biocidas, estas tintas para revestimento das obras vivas baseavam-se em propriedades antiaderentes, promovendo por conseguinte, superfícies repelentes de organismos animais e vegetais.

Os resultados obtidos, associavam-se a uma mínima resistência por fricção, isto é, às propriedades físicas resultantes do efeito de superfícies ultra lisas ou planas que dificultassem ao máximo a deposição de organismos promovendo necessariamente uma economia de combustível e associando-se a isso, uma menor taxa de emissão de poluentes nomeadamente CO₂ e SO_x.

Embora estes produtos não sejam inibidores de incrustações, criam porém revestimentos dotados de propriedades físicas de auto-limpeza configuradas para um nível de operacionalidade do navio, sob velocidades da ordem dos 15 nós, e 75% de actividade.

Este tipo de tintas cujo início de investigação remonta há mais de 30 anos, foi desenvolvido paralelamente com os antivegetativos autopolimentantes do tipo "SPC".

As características adesivas dos vários organismos vegetais e animais assentam nos seus produtos à base de proteínas.

Originalmente, os antiaderentes basearam-se em propriedades de baixa tensão superficial, inibindo amplamente e limitando por esse facto a capacidade de ligação ou aderência entre os organismos e o revestimento da superfície, simplesmente pelo seu próprio peso ou pela mínima pressão exercida pela corrente do meio aquático.

Estavam neste caso os "PTFE", geralmente conhecidos por "Teflon". O emprego destes polímeros terá entretanto sido ultrapassado por outros produtos mais evoluídos e com melhores características em termos de redução de porosidade/micro-rugosidade e que melhor promovessem as propriedades antiaderentes.

Terão reunido estas características os actuais produtos à base de PDMS (Polidimetilsiloxano) e silicone de hidrogel, este último acrescentando excelentes características hidrofílicas que, pela compatibilidade com água conseguem de algum modo criar aos organismos uma "ilusão" de meio líquido, inibindo ainda mais a sua tendência para fixação.

Para além das vantagens na ausência total ou parcial de tóxicos, os silicones são de momento e por excelência, os anti-aderentes de última geração que concorrem como óptima alternativa com os antivegetativos tradicionais.

Durante as docagens observadas com aplicação de silicone, podem salientar-se os produtos da gama "Hempasil" e "Hempaguard" utilizados na maioria dos navios e que funcionaram como fonte de dados para este relatório.

3 - CONTRIBUTOS PARA A REDUÇÃO DE RUGOSIDADE

Durante a descrição sobre a fase de docagem dos navios foram referidos neste relatório, os requisitos e procedimentos que conduziram à obtenção dos valores de rugosidade média das obras vivas de um determinado navio nas condições pré e após docagem.

Para apresentação do trabalho com referência ao nome de um navio específico, seria necessário recorrer à autorização do armador que eventualmente não teria qualquer interesse nesse tipo de divulgação revelando esses dados. Por estas razões e entendendo como irrelevante para o objecto de estudo, a menção ao nome do navio objecto das medições é omitido neste relatório.

Apesar das recentes e continuadas descidas no preço do barril de petróleo, o facto é que nas últimas décadas, os combustíveis em geral e os marítimos em particular, terão sofrido enormes aumentos, assistindo-se assim à preocupação crescente da comunidade marítima na optimização dos respectivos consumos.

Sendo a rugosidade um factor que afecta consideravelmente a economia de combustível conforme descrição nos próximos capítulos, passa-se assim a abordar este conceito técnico em relação às características do navio e à significativa influencia deste parâmetro nas suas capacidades de locomoção.

3.1 - Conceito de Rugosidade

No caso presente, a rugosidade pode definir-se como o valor máximo dos picos do perfil da superfície, relativamente do substracto, conforme se apresenta na figura 109.



Fig.109. Perfil típico de rugosidade de uma superfície pintada, corte ampliado, revelando irregularidades de ordem micrométrica entre valores máximos e mínimos.
Fonte: Desenho do autor.

3.1.1 - Rugosidade do Substrato Metálico

Para optimizar a sua aderência, um certo numero de tintas requer um perfil de superfície, isto é, determinado grau de rugosidade para promoção da sua ligação com o substrato metálico.

Tintas especiais como por exemplo os silicatos inorgânicos de zinco e tintas isentas de solventes, muito exigentes em termos de rugosidade da chapa, requerem por esse facto a obtenção de um determinado perfil, muito embora a boa aderência da grande maioria dos primários seja igualmente promovida por essas mesmas características.

Na construção naval a rugosidade da chapa metálica é criada pelo processo de decapagem com abrasivo. O impacto da granalha pressurizada sobre o substracto em aço, irá produzir um determinado "perfil de ancoragem" ao dotá-lo com determinadas irregularidades na sua textura original definida por “picos” e “vales” ou “depressões”, que permita uma adequada aderência da tinta. Porém, no caso da rugosidade criada ser excessiva, corre-se o risco de a mesma “romper” a película de tinta aplicada obrigando dessa forma ao incremento da sua espessura. Haverá assim que seguir um critério específico para um compromisso relativamente ao nível de rugosidade obtida após a operação de decapagem.

O referido "perfil de ancoragem" pode ser avaliado respectivamente por meios visuais e tácteis, utilizando padrões de comparação, nomeadamente o "Rugotest nº.3", o "Keane-Tator Surface Profile Comparator" e o recurso às normas "ISO 8503" (vide fotos 54 e 62).

A análise da rugosidade pode ser caracterizada respectivamente através dos seguintes valores: medição entre a cota máxima ou pico do perfil e o vale ou mínimo, e pelo desvio aritmético médio dos perfis registados.

A forma do perfil de rugosidade da chapa será função da qualidade e do tipo de abrasivo utilizado. Granalha de aço sem desgaste promove arestas arredondadas enquanto que os restantes abrasivos de origem mineral produzem rebordos ou arestas mais vivas ou aguçadas.

3.1.2 - Rugosidade da Superfície Revestida por Pintura

Ao revestir o casco por meio de pintura, obtem-se uma rugosidade resultante da qualidade da aplicação e também das características dos produtos entretanto seleccionados para esse efeito. Durante toda a actividade do navio, o casco é assim sujeito à acção de agentes externos afectando o perfil de rugosidade. Corrosão, danos mecânicos, substituição de chapas, soldaduras e demais causas irão promover de forma continuada o desgaste e alterações de toda a superfície e estrutura do navio ao longo do seu período de vida útil.

No caso concreto dos cascos pintados existem duas causas associadas à rugosidade das obras vivas dos navios:

- a) Macro e Micro Rugosidades de origem biológica, devida a incrustações animais e vegetais, conhecidas por "fouling", conforme descrito na primeira parte do relatório.
- b) Macro e Micro Rugosidade física, provocada por irregularidades do casco, nomeadamente: soldaduras, rebites, corrosão, descolamentos/tintas soltas, danos mecânicos, fissuração da película e demais descontinuidades passíveis de deformação ou alteração brusca do perfil da superfície.

No presente relatório, a medição de rugosidade reporta-se ao caso específico da superfície pintada nas condições pré e após docagem, se bem que como descrito no capítulo anterior, seja tecnicamente decisivo obter um determinado perfil de ancoragem, isto é, rugosidade do substrato metálico propriamente dito, criado pela decapagem, destinado a promover uma adequada aderência da tinta.

Em termos práticos, e conforme ilustrado pelas fotos de alguns navios, tornar-se-ia impraticável, face às particulares condições das incrustações nos cascos, efectuar medições imediatas à fase de entrada em doca com um aparelho de precisão micrométrica sob pena de o danificar, pelo que dessa forma, se procede a esta intervenção após a lavagem com água doce a alta pressão e raspagem manual, após remoção de todos os organismos vegetais e marisco.

3.2 - Medição da Rugosidade do Casco, 2ª Fase

3.2.1 - Notas introdutórias

Na sequência dos trabalhos de docagem dos navios, procedeu-se, nos casos da pintura das obras vivas com silicone, aos trabalhos de medição da rugosidade do casco, respectivamente na fase anterior e posterior ao tratamento.

Para esta atividade foi sempre necessário prever a programação de acessos, nomeadamente de uma plataforma móvel elevatória, vulgo "cherry-picker" com o respectivo operador. Um inspector de pintura iria depois efectuar um percurso ao longo de toda a superfície por forma a obter uma cobertura ampla da mesma em termos de localizações e distribuição coerente de leituras conducentes ao valor médio da rugosidade observada.

Na medição após a pintura, houve ainda que garantir primeiramente a secagem completa da película para evitar erros originados pela eventual penetração da agulha do aparelho de medição na superfície húmida, o que, para além de danificar a superfície, acarretaria erros na leitura da rugosidade.

Resumem-se algumas das principais características gerais do navio que foi objecto de análise, e que terão servido como elementos base para ponderação da especificação de pintura:

Tipo de navio: Petroleiro
Águas navegadas: Todo o mundo
Período de operacionalidade: 70%
Velocidade média: 12 nós
Comprimento: 243 m
Boca: 43 m
Porte: 109.000 TDW
Ano de construção: 2009

3.2.2 - Revestimento da Superfície; Especificação de Pintura

Para esta tarefa específica, de entre vários navios observados e sujeitos a semelhantes tratamentos, foi seleccionado um que de alguma forma apresentou a especificação mais comum em termos de silicones aplicados. Desse modo, o navio objecto de análise, foi sujeito às seguintes operações típicas de decapagem e pintura:

"Topside" (área total 3.716 m²):

Decapagem em "spots" ao grau Sa 2 ½ das zonas com corrosão (aproximadamente 30% da superfície total).

Esquema de pintura: duas demãos de retoques de primário epoxídico com uma espessura seca unitária de 125 microns e uma demão geral acabamento em poliuretano a 50 microns secos;

"Boottop" (área total 3.740 m²):

Decapagem em "spots" ao grau Sa 2 ½

das zonas com corrosão (aproximadamente 30% da superfície total).

Esquema de pintura: duas demãos de retoques de primário epoxídico com uma espessura seca unitária de 150 microns e acabamento com uma demão de "A/F" autopolimentante "Globic" 6000 a 130 microns secos;

Fundo Vertical / Fundo Chato (áreas totais 5.343 m² / 8.096 m²):

Decapagem geral ao grau Sa 2 ½.

Esquema de pintura: duas demãos gerais de primário epoxídico a 125 microns secos cada, uma demão geral de "tie coat" de silicone Nexus a 100 microns e uma demão de acabamento de antiaderente de silicone Hempaguard X7 a 150 microns secos

Esta especificação é apresentada no anexo VII, onde vem descrita com maiores detalhes, de âmbito profissional. Apesar da mesma referir decapagem ao grau Sa 2, na prática foi efectivamente atingido o padrão Sa 2 ½, posteriormente negociado e definido entre as entidades responsáveis.

3.2.3 - Procedimentos, Metodologia, Equipamento

Para avaliação da rugosidade média procedeu-se à medição da zona permanentemente imersa do casco, revestida com antiaderente de silicone, isto é, o fundo vertical abaixo da linha leve e fundo chato uma vez que a zona de flutuação do "Boottop" é passível de variar conforme o navio se encontre em condição de "leve" ou carregado e, por esse motivo, e ao mesmo tempo por razões económicas, em virtude do custo por litro dos silicones ser superior aos restantes anti-incrustantes, é geralmente pintada com anti-vegetativo autopolimentante.

Como informação complementar, apresenta-se adicionalmente a tabela 7 que inclui exclusivamente as medições de rugosidade do "boottop" revestido com anti-vegetativo auto-polimentante, evidenciando naturalmente valores médios mais elevados que a zona contígua do fundo vertical.

Saliente-se que, numa imensidade de navios, particularmente nos de menor porte, a zona do "boottop" encontra-se integrada no fundo vertical e portanto não é considerada sendo "virtualmente" inexistente.

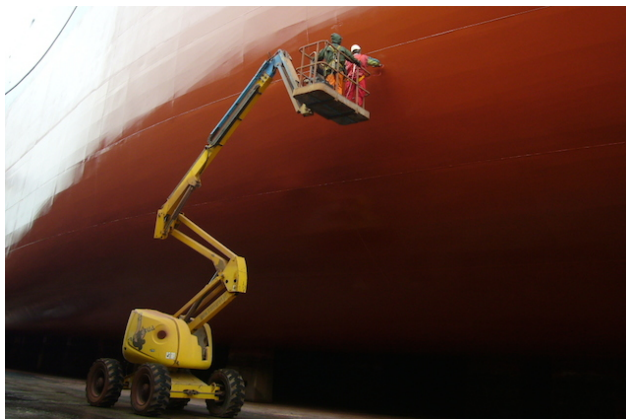


Fig.110. Medição da rugosidade após aplicação de "A/A" de silicone a EB, no fundo vertical, zona da proa do navio nas imediações da "LLL". Para esta operação é indispensável o recurso a "cherry-pickers" que permitam alcançar a região da "DLL".
Fonte: Foto do autor.

Conforme anteriormente referido, passa-se neste ponto à descrição dos procedimentos que permitem efectuar a recolha de dados para posterior processamento, para apuramento do valor da rugosidade média do casco do navio.

De acordo com o mencionado na primeira parte do trabalho, após a lavagem com água doce a alta pressão e remoção de todas as incrustações de origem animal e vegetal, recorreu-se à utilização de uma "cherry-picker" com o respectivo operador que permitiu ao inspector alcançar toda a região do fundo vertical e "boottop", correspondente às áreas imersas do navio. Seguidamente efectuaram-se as medições ao longo de ambos os bordos do fundo chato.

3.2.4 - Equipamento e Metodologia

Tendo sido entretanto apresentado na primeira parte do trabalho, fornecem-se alguns dados complementares a propósito do medidor de rugosidade utilizado, da marca "TQC" (fig. 111).

O monitor da sonda ou transdutor/cursor, apresenta graficamente o casco do navio dividido transversalmente em 10 secções, respectivamente, 5 a vante e 5 a ré de meio-navio, interceptadas por planos longitudinais, formando células que definem localizações do fundo vertical, do fundo chato e do "boottop", onde se efectuam e registam as medições de rugosidade, na seguinte proporção:

- "boottop", 10 células por bordo
- fundo vertical, 20 células por bordo
- fundo chato, 30 células por bordo

Número máximo de células disponíveis por cada série de medição (batch): 120

Esta operação é relativamente simples, pelo que, para "carregar" os dados de cada conjunto de medições, basta premir um botão após a selecção da respectiva célula correspondente à área medida.



Fig.111. Monitor "LCD" do aparelho medidor/registador de rugosidade, podendo-se observar as diversas células e correspondentes coordenadas, associadas ao casco do navio, permitindo alternar a vista respectivamente para "estibordo" e "bombordo".

Fonte: "TQC".

3.2.5 - Resumo da Medição da Primeira Fase

Percorrendo criteriosamente todas as áreas ao longo dos bordos do navio, registaram-se primeiramente os valores da rugosidade após a lavagem a alta pressão e remoção dos organismos animais e vegetais. Saliente-se que esta lavagem forçou o polimento da matriz de anti-vegetativo velho residual, promovendo-se consequentemente e de forma quase instantânea uma redução de rugosidade nesta operação. Como é evidente, esta medição foi efectuada apenas em zonas de tinta intacta, não permitindo traduzir a realidade da rugosidade do casco à entrada em doca conforme seria desejável. Incrustações, tintas soltas, bolhas e demais anomalias encontradas após um período alargado de actividade, não permitiriam medir adequadamente e avaliar o nível real de rugosidade do casco, uma vez que, não ignorando esses factores, os valores da rugosidade média à entrada em doca seriam significativamente superiores aos apresentados.

Neste caso específico, em que as obras-vivas do navio estavam revestidas com anti-vegetativo auto-polimentante, as zonas medidas foram essencialmente aquelas onde o "A/V" se encontrava "polido", e por conseguinte, a tabela 4 descrevendo os elementos recolhidos nesta fase, permite apenas traduzir uma ideia geral da rugosidade média das zonas em melhores condições.

3.2.6 - Resumo da Segunda Fase de Medições

Aplicada a última demão de anti-incrustante de silicone, com o navio em situação de pronto para navegar, e observado um período de tempo razoável que permitiu uma secagem adequada da película, evitando-se assim, para além de falsas leituras, reduzir

o risco de danificar a película devido ao arrastamento das rodas e da agulha de medição do respectivo aparelho, procedeu-se novamente à recolha de dados sobre a rugosidade (fig. 110, 112, 113).

Esta segunda fase de leituras, incluiu naturalmente idênticos procedimentos, recursos e o mesmo equipamento devidamente calibrado de acordo com a descrição no capítulo 2.2.2.2.

De salientar ainda que, tendo em conta que o trabalho se baseia exclusivamente em navios em reparação, a qualidade da chapa com vários anos de actividade não se encontraria com as características de uma nova construção de raiz. Apesar do tratamento pressupor decapagem geral ao grau Sa 2 ½, nesta fase poderão ter sido efectuadas involuntariamente algumas medições em zonas de corrosão alveolar ou sobre outras anomalias difíceis de distinguir após a pintura podendo pontualmente afectar os valores de rugosidade medidos.

3.2.7 - Processamento de dados

Os elementos recolhidos e registados na memória da máquina, são posteriormente transferidos para um "PC" por "interface" através de porta de série "USB" para processamento com "software" adequado, que permite para além da análise dos dados estatísticos, disponibilizar igualmente gráficos em "Excel" com todas as medições localizadas segundo o esquema do navio, conforme apresentado nas seguintes tabelas 4, 5 e 7.



Fig.112. Medição da rugosidade após aplicação de "A/A" de silicone a BB, no fundo vertical, zona da proa do navio no encolamento.

Fonte: Foto do autor.

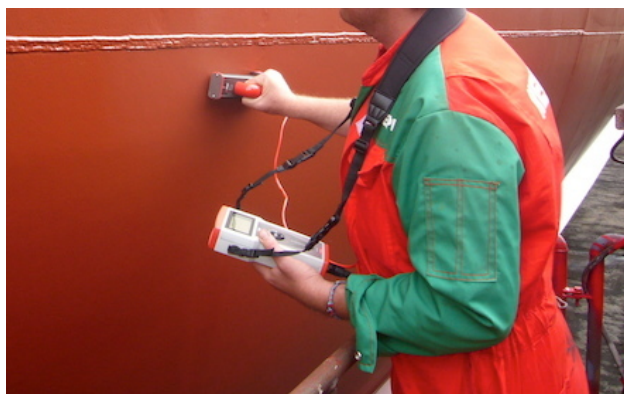
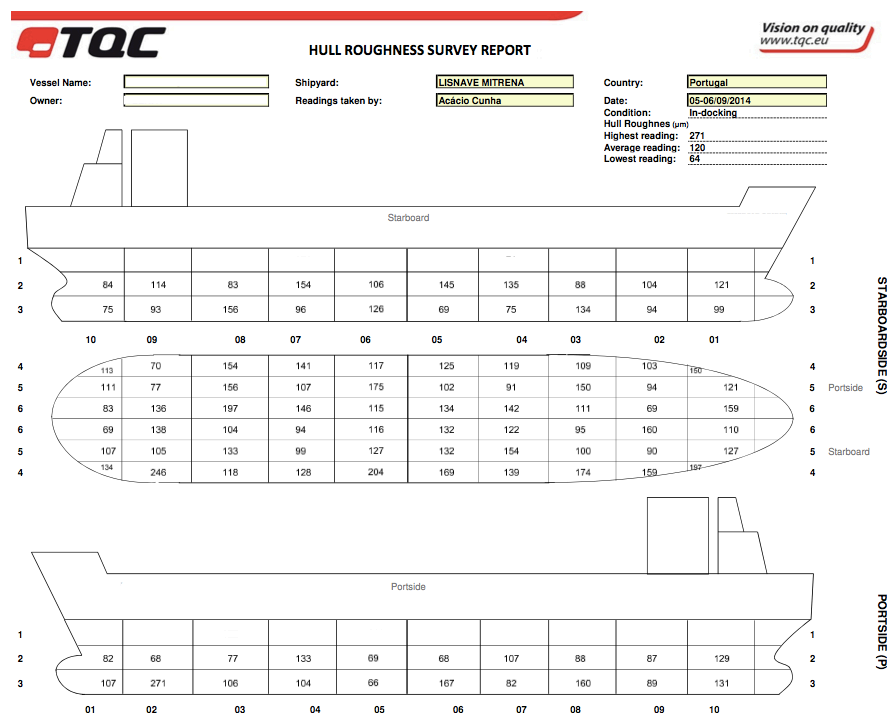
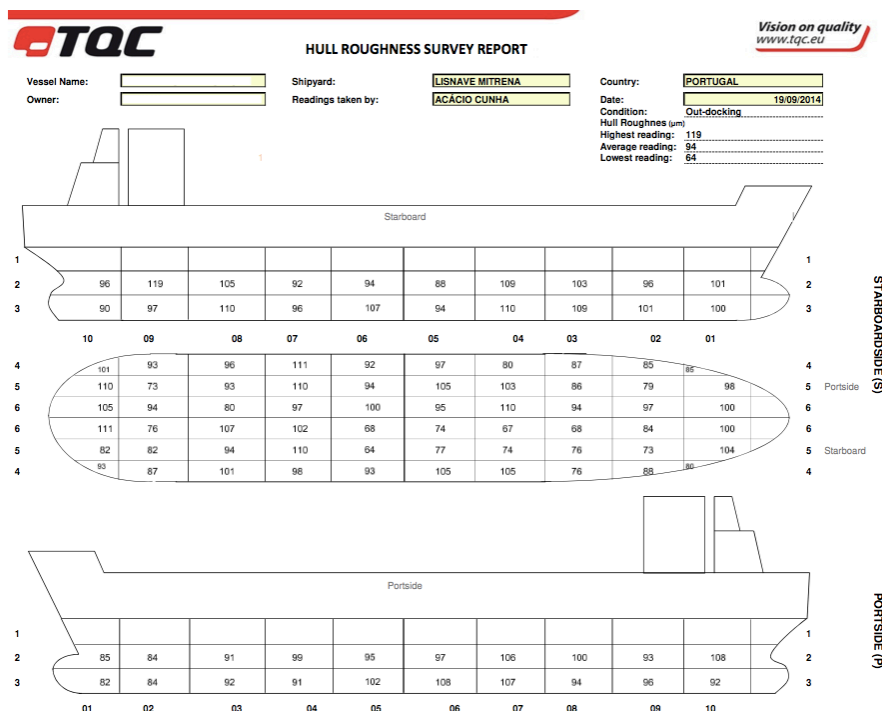


Fig.113. Detalhe da operação de medição da rugosidade do fundo vertical.
Fonte: Foto do autor.



Tab.4. Fundo vertical e fundo chato. Medições de Rugosidade após entrada em doca e lavagem a alta pressão.
Fonte: “Hempel” Portugal.



Tab.5. Fundo vertical e fundo chato. Medições de Rugosidade após trabalhos de pintura.
Fonte: “Hempel” Portugal.”

Resumo dos elementos de rugosidade referentes às tabelas 4 e 5

(*)	Condição à entrada	Condição à saída
Leitura máxima	271	119
Média de leituras	120	94
Leitura mínima	64	64

(*) leituras em microns

Tab.6. Resumo das medições de rugosidade do casco do navio. Recolhas efectuadas no fundo vertical e fundo chato respectivamente nas condições de entrada e de saída da doca.
Fonte: Elaboração do autor.

3.2.8 - Interpretação de Dados e Expectativa de Resultados

Através da análise à tabela 6, que resume os dados registados nas tabelas 4 e 5, pode observar-se que no balanço entre os valores da rugosidade média do casco à entrada e à saída da doca, estes são significativamente menores após as operações de pintura. Verifica-se simultaneamente, que a leitura máxima em condição de entrada é superior em mais do dobro ao valor máximo na condição de saída. Curiosamente os valores mínimos coincidem em ambos os cenários.

Em termos gerais a distribuição dos valores registados é relativamente homogénea, tendo em conta os padrões e escala de medida, face à dimensão do navio.

Uma rugosidade média inferior a 100 microns será assim, perfeitamente aceitável e satisfatória como valor de referência.

Não será no entanto demasiado salientar que, na medição de entrada, foram apenas consideradas as secções ou áreas da querena do navio, cuja película de anti-vegetativo se encontrava intacta, evitando-se desta forma um substancial agravamento desses valores.

Em todo o caso, e se bem que a rugosidade média seja o valor que permite ajuizar sobre o comportamento do navio previsto para um largo período de tempo, normalmente vários anos até uma próxima docagem, não se deverá no entanto desprezar o facto de que, eventuais danos mecânicos e ocorrência de outras avarias, poderão entretanto limitar ou comprometer algumas características sob expectativa de duradoras e inalteráveis, com base nos vários factores de ponderação para o investimento na respectiva especificação.

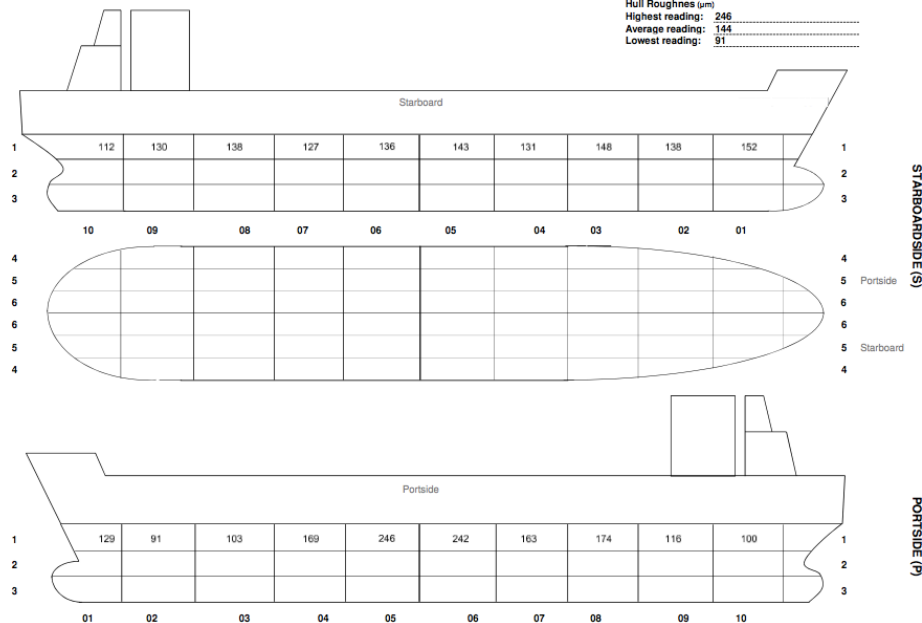
Um outro importante factor igualmente observado na interacção entre os interessados na exploração do navio, terá a ver com o seu afretamento. O potencial afretador terá preferência em optar por navios que garantam a melhor operacionalidade e menores custos de operação. Sob o ponto de vista comercial, a “venda” de serviços de navios com estas características será sempre mais facilitada relativamente a outros mais convencionais.

Ao revestir-se o casco do navio com uma adequada protecção que possa perdurar ao longo de um dilatado período de tempo, assegurando-se desta forma a ausência de incrustações nas obras vivas do navio, permite-se garantir as perfeitas condições de navegabilidade com um mínimo atrito, e por conseguinte obter todas as vantagens em termos de custos de exploração e de emissão de poluentes.

Enquanto um anti-vegetativo convencional produz na superfície e em média, um agravamento anual de rugosidade da ordem dos 40 microns e um anti-vegetativo autopolimentante, cerca de 20 microns, já no final da sua vida útil, por oposição, a película de silicone mantém-se tecnicamente inalterável ao longo de vários anos, se bem que a sua superfície possa gradualmente apresentar uma ligeira rugosidade, o facto é que em termos comparativos o benefício desta última é efectivamente o ideal.

Poderão ainda ser desta forma asseguradas as expectativas ambientais em termos de redução na emissão de gases poluentes, observando-se igualmente a prevenção da migração ou transferência de espécies entre meios ecológicos incompatíveis.

Vessel Name: Shipyard: LISNAVE MITRENA Country: PORTUGAL
Owner: Readings taken by: ACÁCIO CUNHA Date: 19/09/2014
Condition: Out-docking
Hull Roughness (µm):
Highest reading: 246
Average reading: 144
Lowest reading: 91



Tab.7. Valores da medição da rugosidade do "boottop". Condição após decapagem em spots das zonas com corrosão, cerca de 30%, e aplicação de anti-vegetativo autopolimentante. Os valores médios são significativamente superiores ao fundo vertical e fundo chato, ambos revestidos com silicone.
Fonte: "Hempel" Portugal.



Fig.114. Docagem de um navio na Lisnave Mitrena em 2014. Equipa "Hempel" após aplicação de Silicone no Fundo Chato e Fundo Vertical. Esta actividade, e consoante as dimensões e especificidades do navio, requer nesta fase, uma equipa composta por vários elementos para supervisão das operações.
Fonte: Foto do autor.

3.3 - Rugosidade e Resistência Hidrodinâmica do Casco do Navio

Com vista a ilustrar a interpretação do texto, recordam-se alguns dados elementares que, como ferramenta de estudo, permitem enquadrar o relatório com objectivos de índole mais académica.

3.3.1 - Conceitos Básicos de Hidrodinâmica Aplicáveis ao Trabalho

3.3.1.1 - Introdução

Para além das conclusões derivadas da prática, será igualmente consensual o facto suportado pelas teorias hidrodinâmicas, referindo que um crescente agravamento da rugosidade das obras vivas provoca maior atrito e por conseguinte, um aumento de resistência do casco do navio, obrigando ao recurso a maior potência propulsora, agravando por isso o consumo de combustível bem como os níveis de poluição atmosférica para manter um mesmo regime de velocidade, idêntico à condição do casco totalmente limpo, isento de incrustações.

Como entretanto mencionado, a deposição de organismos de origem animal e vegetal, despelamentos de tintas velhas, bolhas, corrosão, danos mecânicos das amarras, defensas e eventuais arrastos, e ainda a idade do navio, contribuem para o agravar das referidas condições. Será importante assinalar ainda, que o alojamento de organismos nas grelhas e ralos destinados à alimentação de água para refrigeração e lastro, irá afectar igualmente as respectivas tomadas de aspiração obstruindo as passagens de água para os referidos propósitos.

3.3.1.2 - Resistência Total do Navio e Rugosidade do Casco

Qualquer corpo imerso em movimento num líquido viscoso, neste caso, água salgada, está sujeito à acção da resistência hidrodinâmica que se desenvolve nesse fluido. Este efeito resulta de vários parâmetros, sendo que o conjunto vai criar uma determinada resistência ao movimento do corpo.

Da cadeira de "Arquitectura Naval e Manutenção do Navio" ministrada no primeiro ano deste curso de mestrado, e se considerarmos a hipótese de "Froude", sabe-se que a resistência hidrodinâmica se desdobra em duas componentes:

Resistência total = Resistência de atrito + Resistência Residual

A resistência de atrito está associada à viscosidade do fluido e depende directamente da fricção entre o casco e o meio aquático, da velocidade de escoamento, da área da superfície imersa, do seu comprimento e da forma específica do casco do navio e ainda muito particularmente, da qualidade e da rugosidade da superfície, função do número de "Reynolds" que caracteriza o tipo de escoamento.

A Resistência Residual compreende essencialmente a chamada "Resistência de onda", velocidade e de certo modo à forma do casco, dependendo do "Número de Froude".

Ainda neste capítulo, será importante referir os efeitos associados às condições de mar, ventos e correntes, que poderão em situações extremas, atingir e mesmo ultrapassar em valores superiores a 50% o efeito da resistência total relativamente a regimes de navegação sob condições de calmaria.

3.3.1.3 - “William Froude”

“William Froude”, arquitecto e engenheiro naval britânico do séc. XIX, que juntamente com a sua equipa, é merecedor de um destaque especial nesta temática, desenvolveu um tanque específico (fig. 115) para efectuar experiências com modelos em escala reduzida, permitindo-lhe determinar certos coeficientes que ainda nos dias de hoje, apesar do desenvolvimento de formas tridimensionais e modelação matemática em computador, permitem concluir e extrapolar para a realidade, o comportamento do casco dos navios em meio aquático.

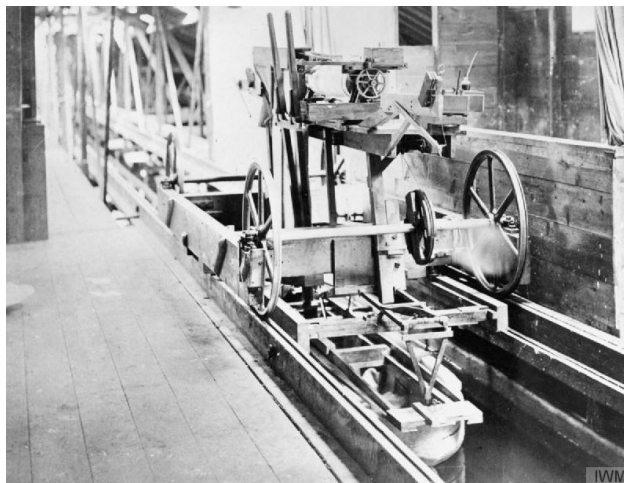


Fig.115. Tanque de "Froude" para experiências com modelos, instalado no Almirantado em Torquay, UK.

Fonte: <http://media.iwm.org.uk/iwm/mediaLib/34/media34845/large.jpg?action=d&cat=photographs>.

Este autor, propôs a decomposição da resistência total do navio em resistência de atrito e resistência residual. A resistência de atrito obtida a partir de dados empíricos seria dada pela fórmula:

$$R_f = f \cdot S \cdot V^n$$

Em que R_f (kN) é a resistência de atrito; S (m²) é a área da superfície imersa; V (m/s), velocidade, enquanto que o coeficiente “ f ” é função do comprimento e da rugosidade da superfície e determinado pela experiência em tanque com modelos e/ou baseados em valores derivados da prática e “ n ” é uma potência da velocidade que acompanha a lei quadrática.

O impacto da resistência de onda simultaneamente com a resistência de viscosidade ou de fricção varia entre 80 e 90%, relativamente à resistência total do navio, sendo que o restante poderá ser imputado à resistência dos apêndices e aerodinâmica.

3.3.1.4 - A Resistência Aerodinâmica do Navio

Os coeficientes imputáveis à resistência aerodinâmica, isto é, da superestrutura e todas as áreas emersas, designadas por obras mortas, embora relevantes, são em termos relativos substancialmente inferiores, particularmente para navios de baixas ou médias velocidades, comparados com a resistência hidrodinâmica. Em navios de alta velocidade, esta componente poderá atingir uma parcela de aproximadamente 20% da resistência total.

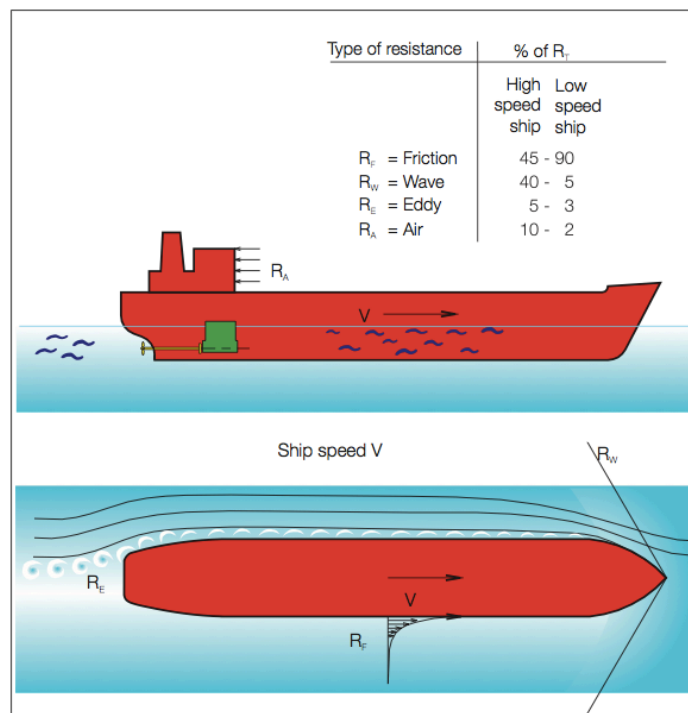


Fig.116. Ilustração das várias componentes da resistência: R_f , resistência de viscosidade ou fricção; R_w , resistência de onda; R_e , resistência de remoínhos e apêndices; R_a , resistência do ar, e sua co-relação em função dos regimes de velocidades alta e baixa.

Fonte: Extraído do folheto "Basic Principles of Ship Propulsion", MAN Diesel & Turbo, Dezembro de 2011.

3.3.1.5 - A Potência para Propulsão do Navio

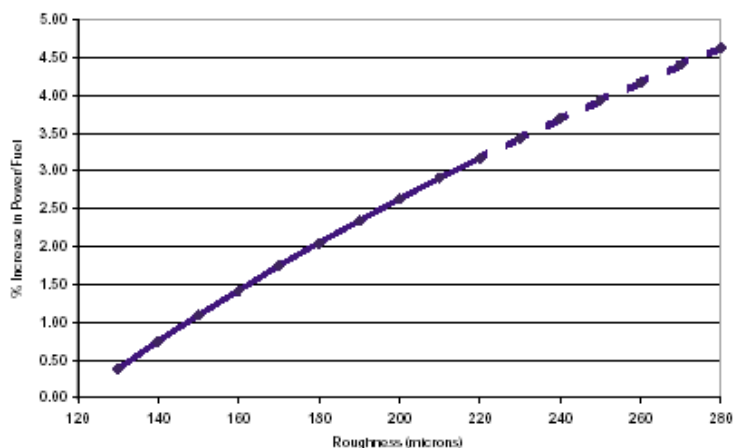
Para vencer toda a resistência à qual o navio é sujeito, e imprimir-lhe movimento a uma determinada velocidade, a seguinte fórmula permite obter o valor da potência efectiva necessária:

$$Pe (kW) = Rt (kN) \times V (m/s)$$

Pe , potência efectiva
 Rt , resistência total
 V , velocidade do navio

Esta equação permite concluir que, quanto maiores forem a resistência a vencer e a velocidade a atingir, maiores serão os requisitos de potência para locomoção do navio. A resistência aumenta significativamente com o aumento da rugosidade do casco.

A próxima tabela, extraída da publicação referida, revela-se do maior interesse em virtude de explicitar o agravamento no consumo de combustível em função do aumento da rugosidade do casco.



Tab.8. Aumento de consumo/potência em termos percentuais, para manutenção do regime de velocidade original em função do atrito derivado do incremento de rugosidade do casco (em ordenadas, percentagem de aumento de potência/consumo; em abcissas, rugosidade em microns).

Fonte: "International Propeller", "International Marine Coatings - Akzo Nobel", 2003.

3.3.1.6 - Quantificação de Factores Associados à Rugosidade do Casco

De acordo com o ponto anterior, poderá concluir-se que uma superfície tecnicamente de baixa rugosidade, consequentemente com menor atrito hidrodinâmico, irá contribuir para uma reduzida componente de "Rf".

A resistência provocada por incrustações nas obras vivas poderá implicar um incremento da ordem de 25 a 50% relativamente ao valor da resistência total durante o período de vida do navio.

Estudos baseados em investigações de campo da Marinha americana, "U.S.Navy", terão permitido concluir que, sob condições extremas de incrustações de organismos biológicos no cascos, se poderão agravar os níveis de consumo de combustível com incrementos até 40%. Experiências levadas a cabo pelo professor M.P. Schultz, revelaram dados sobre a inconveniente influência da rugosidade nas obras vivas dos navios, especialmente devida a incrustações animais e vegetais conforme elementos apresentados na próxima tabela. Esta informação é baseada na publicação "Economic impact of biofouling on a naval surface ship M. P. Schultz ; J. A. Bendickb ; E. R. Holmb ; W. M. Hertelb a Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, United States Naval Academy, Annapolis".

Condição da superfície	Rugosidade média do revestimento (μm)	Aumento da resistência para uma velocidade média de 15 nós
“A/V” convencional	150	0%
Revestimento deteriorado ou limo ligeiro	300	9%
Limo grosseiro	600	18%
Pequenos organismos calcários ou limo/algas	1000	32%
Contaminação média por organismos calcários	3000	50%
Acentuada contaminação por organismos calcários	10.000	78%

Tab.9. Influência da rugosidade na resistência das obras vivas do navio.
Fonte: Shultz, M.P. “Biofouling” (2007).

Na sequência de experiências realizadas e publicadas em 2003 para a “IMC”, “International Coatings Ltd.”, concluiu-se que, por cada aumento médio de 25 microns na rugosidade da querena, a velocidade reduzia-se em aproximadamente 1%, pelo que, para manter um mesmo regime seria necessário aumentar a potência em cerca de 2 a 3%. Ainda de acordo com esta mesma fonte, um casco revestido de organismos animais com revestimento calcário da família das cracas e afins, poderá aumentar os esforços de fricção e consequentemente a resistência do navio na ordem dos 40%.

Segundo o jornal "Guardian", cuja referência consta na bibliografia, compreendendo a frota mundial um numero superior a 90.000 navios, estes poderão gerar emissões poluentes equivalentes a uma população de 190 milhões de automóveis, estimativa do numero de viaturas nos EUA, podendo-se através destes elementos concluir sobre o efeitos adversos de consumo em consequencia destes agentes.

O já referido autor, “M. Bader-Eldin”, publicou num artigo acerca da rugosidade do casco e sobre tintas anti-vegetativas, “Hull roughness and antifouling paint”, que por cada incremento médio de 10 μm na rugosidade e, consequente aumento da fricção das obras vivas, se obtem uma redução de velocidade da ordem dos 0,03 nós, resultando este efeito num aumento de 1% no consumo de combustível para manutenção do mesmo regime.

De acordo com os autores “James J. Corbett” e “Horst W. Koehler”, no artigo “Updated emissions from ocean shipping - Journal of Geophysical Research” de Outubro de 2003, estimava-se em cerca de 330 milhões de toneladas o consumo de combustível fóssil anual da frota mundial, incluindo navios militares. Caso essa mesma frota não estivesse protegida com anti-vegetativos, esse facto acarretaria um consumo adicional de cerca de 5% daquele valor, isto é, aproximadamente 16,5 milhões de toneladas de combustível.

Baseado nestes elementos, “M. Bader-Eldin” fundamento segundo os seus cálculos que esse facto se traduziria numa sobrecarga anual de 210 milhões de toneladas de CO2 emitidas para a atmosfera.

3.3.1.7 - O Revestimento de Silicone e o Fenómeno das Micro-rugosidades

Conforme referido anteriormente (tabela 10), uma rugosidade média da superfície da zona imersa inferior a 150 microns para uma velocidade de 15 nós, é pouco relevante em termos de resistência.

Durante os trabalhos observados, se bem que aparentemente, após aplicação de silicone a superfície se apresentasse com um elevado grau de polimento com aspecto vítreo, o facto é que apesar disso, e verificando mais detalhadamente, esta revelava uma diminuta rugosidade que, embora em média, inferior a 100 microns, suscitou uma questão a alguns intervenientes: quando cuidadosamente observadas a muito curta distância, algumas zonas do revestimento do casco evidenciavam uma ligeiríssima textura semelhante a "casca de laranja".

Efectivamente, algumas zonas, felizmente poucas, por variadas razões como por exemplo, deficiência de materiais ou equipamentos, falta de perícia do aplicador, falhas na pressão de ar da rede, má homogenização dos produtos, irregularidades na própria superfície, algumas eventualmente causadas por deficiente aplicação das demãos anteriores ou inclusivé, súbitas rajadas de vento, poderão conduzir à apresentação de algumas zonas com graus de rugosidade mais acentuada, igualmente observadas nas regiões de sobreposição de tinta particularmente entre picadeiros e robaletes. Por vezes uma rápida evaporação de solventes durante o processo de secagem devido a elevadas temperaturas do ambiente e da superfície poderão contribuir igualmente para este fenómeno.

Em todo o caso, e seguindo-se uma aplicação contínua e regular segundo as boas práticas, distribuindo uma espessura constante, alguma rugosidade, embora muito ligeira, conforme pode ser observado através das leituras apresentadas, estará sempre presente. O fenómeno das micro-rugosidades poderá ser neste caso ilustrado pela teoria apresentada no próximo parágrafo.

O curioso perfil das actuais bolas de golfe que apresentam desde há várias décadas uma superfície descontínua e facetada, e dotadas de um elevado número de sulcos côncavos (300 a 500), confere-lhes determinadas características aerodinâmicas facilitando o escoamento do ar e optimizando o seu voo. De acordo com a prática, e conforme o fabricante "Top-Flite Golf Company", sob uma mesma força e condições de impacto, a bola facetada consegue percorrer cerca do dobro da distância de outra semelhante mas com a superfície lisa.

Passando ao meio aquático, e através da consulta do livro "Thinking Fluid Dynamics With Dolphins", referido na bibliografia deste trabalho, a pele dos peixes e cetáceos em geral e dos tubarões em particular, não é totalmente lisa, sendo provida neste último caso, de uma textura baseada em micro protuberâncias, isto é, escamas orientadas em sulcos com dimensões da ordem dos 100 microns e que, embora em meios distintos, mas com semelhanças operacionais relativamente à bola de golfe, partilham o fenómeno de minimizar os efeitos da turbulência por fricção e promovem uma deslocação hidrodinâmica optimizada em termos de manobra e velocidade.

Estudos sobre estas matérias efectuados pela "NASA" em parceria com a "3M", durante os anos 70 e 80 do sec. XX e colocados em prática em embarcações participantes na "Americas Cup Yacht Race", conduziram ao fabrico de películas específicas com determinada micro-rugosidade, que aplicadas em alguns cascos,

permitiram obter uma maior eficiência em termos de velocidade destas embarcações de competição. Ainda a este propósito, há conhecimento que na aviação, a “Lufthansa” efectuou testes com aplicação de tintas cujo acabamento simulava o efeito da pele de tubarão visando assim melhorias na eficiência dos vôos. Idênticos argumentos sobre estes efeitos deverão aplicar-se ao casco dos navios constituindo, dessa forma mais um desafio para futuro trabalhos académicos.

3.3.1.8 - O Perfil do Casco dos Navios; O Bolbo.

Em termos de economia de combustível, sabendo-se que os bolbos cuja forma se encontra intimamente associada com a geração e o efeito da onda de proa, têm a finalidade de melhorar o escoamento, contribuindo assim para a redução da resistência total do navio, são concebidos para uma determinada velocidade nominal de projecto. Grandes armadores, como por exemplo a “Maersk”, em virtude de decidirem implementar uma redução de velocidade em determinada série/linha de navios, tendo naturalmente estudado esse impacto, optaram pela medida radical de simplesmente remover e substituir os bolbos originais por outros redesenhados e adequados aos novos padrões de velocidade mais reduzida (fig. 117).

Esta nova concepção alterando localmente a forma do perfil original da querena dos navios, irá ajustar o efeito da resistência de onda para outro regime de velocidade mais em linha com a estratégia económica da entidade exploradora dos navios.

Na actualidade, armadores como por exemplo a "Maersk", estabeleceram limites de velocidade de cruzeiro para cerca de 13 nós, curiosamente os valores médios dos "clippers" do chá no séc. XIX, mais adequados e adaptados à optimização dos custos de exploração.



Fig.117. Lisnave Mitrena. Durante as docagens houve oportunidade de observar este bolbo original, objecto de substituição por outro novo e mais ajustado a novos padrões de velocidade mais reduzida.

Fonte: Foto do autor.

4 – CONCLUSÃO

O aumento da rugosidade dos cascos em consequência de irregularidades, principalmente aquelas devidas à presença de organismos incrustados ao longo da superfície da querena do navio e nas pás dos hélices propulsores, irão provocar um incremento nos valores da resistência hidrodinâmica, afectando directamente o consumo de combustível e consequentemente, os custos de exploração do navio.

Segundo uma publicação da “IMO”, “Focus on IMO”, de 2002, para além dos inconvenientes associados à rugosidade dos cascos, haverá que considerar igualmente a variação de massa do navio provocada pelos organismos fixados nas obras vivas. Com base nos estudos desta organização, teóricamente, um navio com uma área imersa de 40.000 m², poderá ser sujeito a um incremento de cerca de 6000 t de organismos incrustados, isto é, aproximadamente 150 kg/m².

Este documento refere ainda que, uma diminuta percentagem de incrustações no fundo de um navio poderá conduzir a um agravamento no consumo de combustível na ordem dos 40% a 50% em virtude da crescente resistência ao movimento.

Um incremento da rugosidade de 75µm para 250µm num período de cerca de 2 anos, obriga a um recurso adicional de potência na ordem dos 15%, para manutenção do mesmo padrão de velocidade.

Este relatório, realizado num regime em moldes de estágio, levado a cabo em estaleiros navais, focou-se essencialmente no acompanhamento de várias docagens de navios com o propósito de observar o tratamento dos respectivos cascos, visando a optimização da qualidade dos mesmos em termos de rugosidade, no sentido de se alcançar uma optimização do consumo de combustível e, consequentemente, na redução dos custos de exploração em paralelo com as preocupações relativas à protecção ambiental. Para alcançar o objectivo, foi necessário recorrer ao acompanhamento e total apoio da equipa técnica das “Tintas Hempel, Portugal Lda.”

Relativamente aos períodos de docagem analisados, o relatório desdobra-se em duas vertentes principais, descrevendo sob um ponto de vista prático as diversas fases do tratamento dos navios em doca-seca, em estaleiros nacionais, principalmente na “Lisnave-Mitrena”, que pela característica das suas infraestruturas, as maiores do País no sector da reparação naval, permite o acesso aos navios de maior tonelagem em Portugal.

Na primeira parte, “Operações de Tratamento do Casco Durante a Docagem de Navios”, efectua-se primeiramente uma abordagem histórica ao tratamento de cascos, uma preocupação que, segundo registos existentes, remonta à antiguidade clássica. São seguidamente descritos os tipos de flora e fauna marítimas que frequentemente revestem as zonas imersas dos navios.

Destacam-se nesta parte, as tintas especificamente utilizadas na construção naval, suas características e propriedades principais sendo ainda descritos alguns elementos de carácter prático que poderão eventualmente permitir a potenciais interessados nestes assuntos, nomeadamente ao pessoal do mar, clarificar ou inclusivamente despertar algum interesse sobre esta temática.

Incidindo o tratamento do casco na qualidade e características do respectivo revestimento final, isto é, no tipo de acabamento da superfície que ficará directamente em contacto com o meio aquático, nomeadamente o antivegetativo ou o anti-incrustante, é efectuada uma mais extensa e indispensável abordagem sobre estes produtos e o seu “funcionamento” específico para um desempenho duradouro e eficiente.

Desta forma, foram apresentados os vários tipos e gerações de antivegetativos e anti-incrustantes, nomeadamente os anti-vegetativos convencionais, em fase de descontinuidade por parte dos principais fabricantes, os auto-polimentantes ou “SPCs”, e os mais recentes à base de silicone, tendo sido estes últimos, objecto de uma abordagem relativamente mais extensa.

O capítulo encerra com a descrição prática dos meios e equipamento de pintura disponíveis, observados durante o período de estágio.

A segunda parte do relatório, “Fases do Período de Docagem dos Navios” reporta-se integralmente ao período compreendido entre a entrada e estadia, até à saída dos navios de doca-seca, descrevendo-se as várias intervenções de uma forma sempre que possível, sequencial, permitindo interpretar e observar como um todo, o conjunto de operações de acordo com as respectivas etapas de trabalhos efectuados pelo estaleiro e/ou, seus sub-contratados.

Descrevem-se todas as operações desenvolvidas, desde o assentamento nos picadeiros e limpeza da doca-seca até ao novo alagamento da mesma para saída do navio.

Apresentam-se os variados tratamentos de superfície, que começam pela a lavagem do casco com água doce a alta pressão e remoção de resíduos de óleos e gorduras e raspagem manual, para prosseguimento dos trabalhos. Nesta fase foi efectuada uma primeira medição de rugosidade, cujos dados permitiriam efectuar o balanço por comparação com os dados correspondentes à fase após tratamento, previamente à saída da doca.

São posteriormente referidas todas as diligências para apresentação definitiva do planeamento de actividade a colocar em prática, baseadas numa “especificação” que engloba todos os trabalhos de preparação do casco para operações do revestimento do mesmo por pintura, o que irá incluir a fase de decapagem total ou localizada, documento esse que é decisivo para definir e organizar todos os trabalhos por todo o pessoal e entidades envolvidas nas várias etapas do processo.

Complementarmente às referidas acções práticas desenvolvidas gradualmente ao longo do período de tratamento do casco, são referidos os diversos graus e normas internacionais de decapagem, inspecção e aprovação dos trabalhos, monitorização das condições atmosféricas e demais actividades que possam assegurar a aplicação de boas práticas segundo padrões de qualidade aceitáveis por todos os intervenientes.

Aborda-se toda a sequência das operações de pintura, respectivos meios e equipamento, apresentando-se todas as acções e actividades auxiliares conducentes ao acabamento dos referidos trabalhos segundo uma metodologia específica e adequada.

A última parte do relatório, “Contributos para a Redução de Rugosidade”, procurou, reunir, organizar e analisar de forma simples os diversos elementos recolhidos numa perspectiva que permitisse visualizar os benefícios face aos resultados expectáveis a médio e longo prazo, por forma a serem justificados os avultados investimentos nas docagens assumidos pelos armadores.

Nesta fase é abordado o conceito de rugosidade das “obras vivas” dos navios, descreve-se o equipamento e metodologia para as operações de medição e obtenção do valor médio da rugosidade do casco, factor decisivo para interpretação de resultados e ponderação sobre o futuro comportamento hidrodinâmico do navio potencializando as novas características adquiridas pelo perfil da superfície imersa relativamente à resistência do casco e os vários factores que para ela contribuem.

De acordo com “Bader-Eldin”, investigador anteriormente mencionado neste trabalho, a rugosidade média da zona imersa do, casco não deverá ultrapassar valores da ordem dos 250 microns, por forma a serem garantidas as condições ideais de navegabilidade e economia.

Saliente-se que o navio objecto de estudo neste relatório registou à saída de doca uma rugosidade média inferior a 100 microns, valor que se enquadrava totalmente naqueles parâmetros, e que permitiria concluir que, este tipo de tratamento do casco irá naturalmente contribuir para a obtenção de óptimas “performances” em termos hidrodinâmicos.

Considerando o nível de custos envolvidos, verificou-se ao longo das docagens a que se assistiu à análise das várias opções de tratamento segundo uma perspectiva económica por parte dos decisores, obrigando-os a uma rigorosa ponderação sobre os custos do investimento relacionados com um adequado tratamento de cada um dos navios, no sentido de enfrentar e ultrapassar todas as questões e problemática descritas. Embora reflectindo sobre os resultados a curto-médio prazo, nem sempre as opções seriam as ideais, invocando-se eventualmente razões estratégicas e naturalmente, económicas.

O contacto com novos ambientes de actividade e a organização dos variados dados e elementos reunidos e disponibilizados para preparar o presente relatório, adquiridos durante o período de mestrado na ENIDH ao longo dos anos lectivos de 2013/2014 e 2014/2015, terão de alguma forma possibilitado ao autor, um enriquecimento e actualização de conhecimentos sob a forma de uma experiência única em termos didáticos e técnicos.

Os resultados obtidos relativamente à condição da rugosidade do navio na fase de entrada e, posteriormente a condição do casco concluída a operação de docagem e tratamento do mesmo, permitiria igualmente efectuar outros tipos de abordagem, eventualmente mais exaustiva e associada ao processamento de dados, desenvolvimento de processos estatísticos e outras análises de base mais académica, porém, segundo outros pontos de vista, claramente distintos do objectivo deste relatório, que se fundamenta essencialmente na descrição das actividades práticas associadas ao tratamento específico dos cascos de navios durante o período de reparação em doca seca, como contributo para uma maior eficiência económica e menos agressiva em termos ambientais.

Pode-se concluir neste relatório que, independentemente do tipo de solução a que o armador possa recorrer, o investimento numa boa manutenção do casco e a sua preservação relativamente à incrustação de organismos estranhos, corrosão, descontinuidades estruturais e demais anomalias que afectem o perfil hidrodinâmico das obras vivas, irão seguramente contribuir para uma efectiva optimização dos custos de exploração, nomeadamente em relação ao consumo de combustíveis fósseis e naturalmente, à preservação do meio ambiente, em sintonia com as determinações do “Protocolo de Quioto”, evitando emissões desnecessárias de gases de efeito de estufa, bem como a alteração dos padrões ecológicos dos variados ecossistemas provocados pela migração inconveniente de espécies incompatíveis com os distintos meios.

5 - NOTAS FINAIS

Apresentam-se neste capítulo algumas notas complementares entendidas como interessantes e associadas a este relatório.

5.1 - Fabricantes Mundiais de Tintas Marítimas

Para além da “Hempel”, em cujos produtos e metodologia este trabalho se baseia genericamente, haverá que referir a presença em actividade regular de outros fabricantes mundiais de tintas marítimas nos estaleiros visitados, destacando-se entre outras, as seguintes marcas: “IMC”, “International Marine Coatings”; “Jotun Paints”; “PPG-Sigma Paints” e “Chugoku Marine Paints”.

Todos estes fabricantes integram os respectivos serviços de assistência técnica, disponibilizando a presença de inspectores técnicos credenciados para apoio durante a docagem dos navios. Porém, apenas alguns como a Jotun e a Hempel dispõem de escritórios e “stock” em Portugal, possuindo também esta última um dos principais centros de produção para exportação em Palmela, uma grande vantagem para o apoio aos armadores, suprimindo eventuais faltas de produtos e proporcionando soluções mais rápidas e oportunas durante a permanência dos navios nos diversos estaleiros do país.

5.2 - BIBLIOGRAFIA

- Bader-Eldin, M.; Hull Roughness and Antifouling Paint; College of Maritime Transport and Technology Arab Academy for Science and Technology and Maritime Transport
- Helvacioğlu, Sebnem; International Conference on Ship's Drag Reduction (Smooth Ships), Istanbul Technical University, Turkey, 2010
- Hempel A/S; Product Data Manual, 2011
- Hempel A/S, Marine Business Support Group, Hempel's Guidelines for Application of Hempasil/Hempaguard Coating Systems, 2014
- Hempel Academy; Coating Reference Handbook, 2013
- IMO; Focus on IMO, Antifouling Systems, 2002
- International Marine Coatings, Akzo Nobel; Hull Roughness Penalty Calculator, 2004
- Man Diesel & Turbo; Basic Principles of Ship Propulsion, 2011
- Nagai, Minoru; Thinking Fluid Dynamics with Dolphins, ISBN 4-274-90492, 2002
- Oliveira, Joaquim; Arquitetura Naval e Manutenção do Navio, Resistência Hidrodinâmica, Mestrado em Pilotagem, ENIDH
- Roberge, Pierre; Handbook of Corrosion Engineering, The McGraw-Hill, 1999 ISBN 0-07-076516-2
- Goldie, Brian; Determining Fuel Savings from Antifouling, www.mpropulsion.com
- Berendsen, A. M.; Ship Painting Manual, De Boer Maritiem/Verfinstituut TNO, 1975, ISBN 90 228 1951 5

6 - APÊNDICES

Figurando como parte acessória ao relatório, são incluídos em apêndice os próximos capítulos, relacionados com actividades complementares às quais se assistiu durante as diversas docagens.

6.1 – Apêndice I – Teste de Sais Residuais na Superfície

A primeira e normalmente única fase de lavagem do casco com água doce a alta pressão, da ordem dos 200 bar, poderá eventualmente ser insuficiente para remover a totalidade de sais, pelo que se poderá ter de contar posteriormente com outra solução do mesmo tipo para ultrapassar esta questão.

Em caso de dúvida, ou para assegurar as devidas condições de preparação de superfície, são efectuados localmente testes para detecção destes contaminantes da superfície na fase de pré tratamento.

6.1.1 - Sais Solúveis em Água

As zonas de corrosão alveolar e aço velho, pelas suas características e irregularidades, tendem a acumular e alojar sais solúveis em água.

Estes sais dispersos na superfície não são passíveis de ser removidos por meios mecânicos. A sua presença poderá produzir bolhas por efeito de osmose nas películas de tinta que forem aplicadas sobre a superfície contaminada, daí resultando problemas de aderência por pelamentos e corrosão.

6.1.2 - Teste para Detecção de Sais (Método Hempel)

A detecção de sais na superfície efectua-se após a lavagem do casco com água doce a alta pressão

Inspeccionar a presença de sais residuais, simplesmente por recurso aos meios visuais é extremamente difícil.

O processo analítico baseia-se na medição da condutividade eléctrica de uma solução de água desmineralizada submetida a contacto temporário com a superfície lavada, de onde irá entretanto remover pontualmente por meio de dissolução a maior percentagem desses contaminantes.

Para efectuar este processo recorre-se a um “kit” compreendendo os seguintes componentes:

- Copo de vidro graduado
- Aparelho medidor de condutividade, condutivímetro, composto por processador e sonda
- Reservatório com água desmineralizada
- Membranas circulares, transparentes de latex com moldura esponjosa autocolante
- Conjunto seringa/agulha graduada

6.1.3 - Condutividade Eléctrica

A condutividade eléctrica é uma das propriedades que caracterizam vários materiais, sólidos, líquidos e soluções aquosas. A presença de sais sob forma iónica em solução comprova-se analiticamente por medição da condutividade. Dotados de carga eléctrica serão facilmente detectados numa solução por meio de um aparelho de medida relativamente simples concebido para esse efeito.

Desta forma avalia-se a eventual presença dos sais residuais na superfície que não foram removidos pela lavagem por forma a ajuizar sobre as condições da mesma e proceder às próximas etapas.

No caso de terem sido observados valores desenquadrados e inaceitáveis para a continuidade dos trabalhos, ter-se-ia de repetir a operação de lavagem do casco com água doce.

Os resultados apresentam-se em $\mu\text{S}/\text{cm}$, micro-Siemens por centímetro o que irá equivaler a uma determinada massa de cloreto de sódio, NaCl, por unidade de área, $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

6.1.4 - Análise de Sais “in situ”

Apesar de terem sido consideradas 4 zonas de teste, para esta apresentação utilizou-se apenas uma análise em virtude de os procedimentos serem rigorosamente os mesmo para todos os casos.

Para a análise local do teor de sais no casco, o procedimento baseou-se nos seguintes passos:

- Num copo de vidro graduado foram colocados 10ml de água desmineralizada.
- Calibração: efectuou-se uma primeira medição da condutividade, da água, mergulhando no copo graduado a sonda do aparelho, obtendo um determinado valor que serviu de referência como padrão “zero” e a partir do qual foram posteriormente deduzidas as medidas de condutividade dos sais da superfície.
- Na situação observada, o valor registado foi de $3,4 \mu\text{S}/\text{cm}$.
- Fixou-se por colagem ao casco em zonas planas, uma membrana circular.
- Introduziram-se 3,5ml de água desmineralizada na seringa.
- Por meio da agulha injectou-se a água da seringa na membrana (fig. 119) penetrando a agulha através da zona periférica da esponja.
- Para promover o contacto entre a água a superfície supostamente com sais, fizeram-se ligeiros movimentos com alguma pressão na membrana durante um minuto.
- Recorrendo novamente à seringa voltou-se a recolher e a re-injectar cerca de 10 vezes a água eventualmente alterada pelo contacto com a superfície, colocando no final, toda a solução líquida de volta ao copo graduado, misturando-a com a água que aí se encontrava obtendo-se novamente cerca de 10ml de líquido.
- Introduziu-se a sonda no copo e mediu-se a condutividade da solução em $\mu\text{S}/\text{cm}$.

6.1.5 - Resultados Obtidos

O valor obtido, deduzido do “zero” padrão da água desmineralizada deu directamente a condutividade, correspondente à presença de sais solúveis.

Comparando este valor com a respectiva tabela (tab.7), verificou-se que o mesmo se encontrava dentro dos limites aceitáveis para prosseguimento dos trabalhos de decapagem a seco. Caso contrário, a superfície teria de ser novamente sujeita a lavagem ou baldeação com água doce.

Resultado obtido:

$$26,8 - 3,4 = 23,4 \mu\text{S/cm} < 27,5$$

**WATER SOLUBLES ON THE STEEL SURFACE
RELATIONS OF TERMINOLOGY**

Conductivity $\mu\text{S/cm}$ mS/m		equiv Cl $\mu\text{g/cm}^2$ mg/m ²		equiv. NaCl $\mu\text{g/cm}^2$ mg/m ²		Note
0,0	0,0	0,0	0	0,0	0	
2,5	0,3	0,6	6	1,0	10	
5,0	0,5	1,2	12	2,0	20	6
7,5	0,75	1,8	18	3,0	30	
10,0	1	2,4	24	4,0	40	1
12,5	1,25	3	30	5,0	50	5
15	1,5	3,6	36	6,0	60	
20	2,0	4,8	48	8,0	80	
25	2,5	6,0	60	10	100	
27,5	2,75	6,6	66	11	110	2
40	4	9,6	96	16	160	
60	6	14,4	144	24	240	
80	8	19,2	192	32	320	3
125	12,5	30	300	50	500	
185	18,5	44,4	444	74	740	4

Notes:

Conductivity when measured according to the HEMPEL method, Page R6c.

- 1: HEMPEL'S recommended maximum conductivity level for areas permanently immersed in demineralised, potable and hot water.
- 2: HEMPEL'S recommended maximum conductivity level for immersed areas and for MULTISTRENGTH products.
- 3: HEMPEL'S recommended maximum conductivity level for non immersed areas, equivalent to max conductivity accepted by NACE/SSPC SP 12: SC2.
- 4: Equivalent to max conductivity accepted by NACE/SSPC SP 12: SC3.
- 5: Max conductivity accepted by IMO Performance Standard for Protective Coatings and for tank coatings with Cargo Protection Guide or other RESISTANCE GUIDES.
- 6: Max conductivity accepted by NORSOK offshore standard.

Tab.10. Limites de condutividade sobre aço, relativas à solubilidade de sais em água.
Fonte: “Hempel”.

De acordo com a tabela 7, pode verificar-se que o valor se enquadrava dentro dos limites aceites e definidos pelo fabricante (“Note” 2, 27 $\mu\text{S/cm}$ para zonas permanentemente imersas), pelo que se prosseguiu conforme a sequência definida para os trabalhos agendados, isto é, decapagem a seco com abrasivo.



Fig.118. Dispositivo de medição de condutividade eléctrica, condutivímetro. Observa-se a respectiva sonda medindo a solução no copo graduado.
Fonte: Foto do autor.



Fig.119. "Injecção" de 3,5ml de água desmineralizada na membrana de latex fixada ao casco para contacto entre a superfície do caso e a película da membrana durante um minuto.
Fonte: Foto do autor.



Fig.120. Medição da condutividade. Decorrido o período de tempo e actividade estabelecidas, a solução é extraída pelo mesmo método e colocada no copo graduado original onde se processa a medição, por meio da respectiva sonda, neste caso 26,8 μ S/cm valor ao qual seria deduzido o “zero” padrão.
Fonte: Foto do autor.

6.2 - Apêndice II – Testes ao Abrasivo, Granalha (escória de cobre)

Como já referido neste trabalho, existem vários tipos de abrasivo para decapagem no segmento da construção naval. Este capítulo incide exclusivamente na granalha ou escória de cobre, um consumível não reciclável, muito empregue nos principais estaleiros mundiais.

O fornecimento deste material, nos estaleiros com alto índice de produção, como neste caso, a Lisnave, processa-se a granel por camião, enquanto que em unidades de menor capacidade, o abrasivo possa ser fornecido em sacos com alguns quilogramas ou, como no caso de Viana do Castelo, transportado em sacos padronizados, conhecidos por “big bags” com cerca de 1.500kg. Em qualquer dos casos a granalha após recepção é distribuída e armazenada em silos para alimentação directa ao processo de decapagem.

6.2.1 - Introdução

Embora não sendo prática muito comum em virtude de, regra geral, os estaleiros portugueses possuírem materiais considerados de qualidade e cumprindo todos os padrões normais para os trabalhos especificados, existem no entanto armadores cujo grau de exigência passa ainda pela análise prévia das características físicas do abrasivo para decapagem, neste caso, granalha, baseada em escória de cobre (copper slag).

Para esse efeito, foram levados a cabo dois tipos de teste: teor de sais/conductividade e granulometria média das partículas.



Fig.121. Silos de granalha. Recolha de amostras na Lisnave.
Fonte: Foto do autor.

6.2.2 - Testes ao Abrasivo: Granulometria e Sais

Para efectuar ambos os testes, foi necessário dispôr do seguinte material:

- Balança electrónica laboratorial
- Condutímetro
- Conjunto de filtros de malha metálica (0,10 a 1,40mm)
- Reservatório para aproximadamente 500g de granalha
- 2 copos graduados em vidro transparente de 250ml cada
- Proveta graduada em vidro
- 1 litro de água desmineralizada (ou destilada) com condutividade igual ou inferior a 1mS/m

6.2.3 - Análise de Granulometria na Lisnave (norma ISO 11126)

Passa-se a descrever o procedimento geral para esta actividade que permite apurar o tamanho ou calibre do grão, do seguinte modo:

- Dos silos instalados ao longo do cais, o inspector de pintura, na presença do representante do armador e de um agente do controlo de qualidade do estaleiro, recolhe num frasco totalmente limpo, com capacidade adequada, cerca de 500 gramas de granalha, preferencialmente com uma colher de plástico ou de madeira, evitando sempre o contacto manual do produto, evitando contaminação. Em seguida encaminham-se para uma espaço fechado, isento de poeiras ou outros poluentes. O ar condicionado, se o houver, deve ser desligado para evitar a recirculação de partículas para que os dados sejam fiáveis.
- Dispõe-se de um conjunto de 11 filtros com rede/malha metálica calibrada entre 0,10mm e 1,40mm compostos por vários elementos compostos cada um por uma moldura circular em latão, encastrados segundo uma disposição em pilha, gradualmente reduzida da parte superior de maior malha, até ao filtro colocado na zona inferior de menor dimensões.



Fig.122. Pesagem de granalha. Retenção de material no filtro de malha 1,20mm.
Fonte: Foto do autor.

- Procede-se à pesagem individualizada de cada elemento e anotam-se num papel as respectivas massas.
- Em seguida, e conforme se pode observar pelas fotos, com recurso à balança, pesam-se rigorosamente 100 gramas de abrasivo, colocadas dentro de um frasco de vidro, graduado. Foi necessário calibrar previamente a balança para “zero” anulando a massa da tara, neste caso o copo graduado vazio.
- Dispondo então dos elementos de filtragem todos empilhados sequencialmente com o de maior malha no topo, deposita-se a quantidade referida de abrasivo na parte superior dos elementos.
- Após agitar durante alguns minutos, permite-se a passagem e retenção das partículas das diversas dimensões entre as sucessivas malhagens.
- Na etapa seguinte avaliou-se de novo a massa de cada elemento de filtragem com o abrasivo retido, anotando-se o respectivo valor permitindo assim efectuar a diferença aritmética entre a massa do filtro com e sem abrasivo.
- Com os valores obtidos construiu-se uma tabela apresentada abaixo (8) em formato “Excel”, gerando o respectivo gráfico o qual permitiu extrair as conclusões em termos de percentagem de cada uma das diversas granulometrias da granalha, concluindo sobre os valores de dimensão média das partículas e, por conseguinte, ajuizar sobre a sua capacidade para criar um perfil de rugosidade na superfície decapada, adequada aos requisitos da especificação de pintura.

0,00	Grain size (mm)	Reading A (gramme) (sieve with grit)	Reading B (gramme) (sieve empty)	A-B (gramme)	D= (A-B)/C (%)
1,40	>1,40	130,8	81,7	49,1	49%
1,20	1,20-1,40	83,1	79,1	4	4%
1,00	1,00-1,20	98,2	78,3	19,9	20%
0,80	0,80-1,00	90,4	78,4	12	12%
0,70	0,70-0,80	84,7	80,8	3,9	4%
0,60	0,60-0,70	80	75,8	4,2	4%
0,50	0,50-0,60	85,2	81,3	3,9	4%
0,40	0,40-0,50	80,4	78	2,4	2%
0,30	0,30-0,40	79,3	78,3	1	1%
0,20	0,20-0,30	79,2	78,7	0,5	0%
0,10	0,10-0,20	90,4	90,2	0,2	0%
				101,1	100%

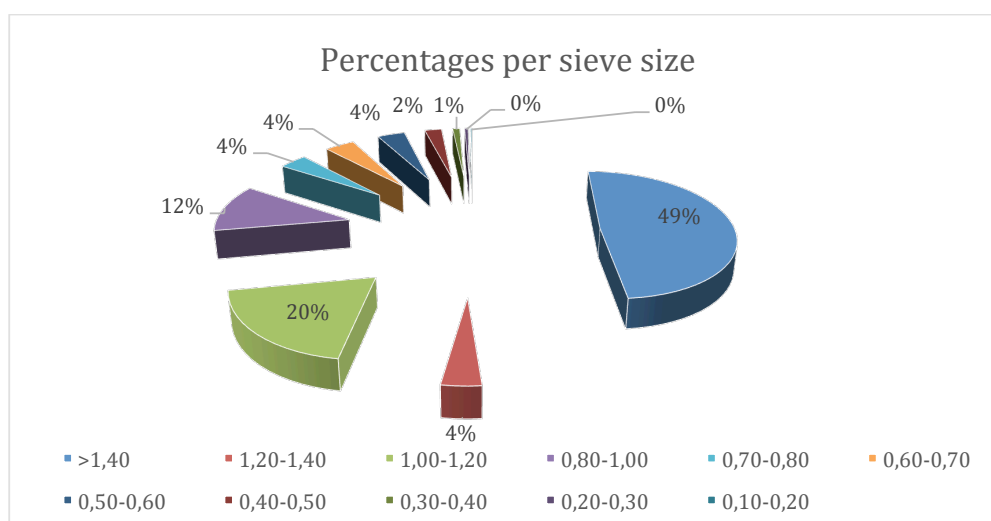
Tab.11. Resultados da pesagem e granulometria da granalha seleccionada. Do balanço aritmético entre a massa do filtro vazio e posteriormente, com abrasivo retido na respectiva malha, pode-se deduzir a correspondente percentagem por calibre relativamente ao total de produto.

Fonte: “Hempel” Portugal.



Fig.123. Empilhamento dos elementos de filtragem e agitação para selecção e calibração da granalha.

Fonte: Foto do autor.



Tab.12. Resultados relativos à granalha para utilização na decapagem do casco. Concluiu-se que mais de 74% do abrasivo tinha dimensão superior a 1mm, o que era perfeitamente aceitável para os trabalhos a levar a cabo. Lisnave Mitrena 2014.

Fonte: “Hempel” Portugal.”

6.2.4 - Conclusão Acerca da Granulometria

Como já referido no texto deste relatório, o perfil de rugosidade da superfície decapada é função não só da qualidade e do estado do aço, mas igualmente do tipo e dimensões do abrasivo utilizado.

Assim, e dentro deste contexto, passam-se a referir alguns parâmetros definidos pelos fabricantes que permitem interpretar e enquadrar os dados obtidos conforme as necessidades.

A típica distribuição da granulometria do abrasivo, neste caso, escória de cobre, de acordo com a publicação à qual se recorreu, “Hempel Coating Reference Book” é, segundo os vários critérios a seguinte:

- 0,4 - 0,8 mm, decapagem geral, perfil fino
- 0,4 - 1,2 mm, decapagem geral, perfil de rugosidade média
- 0,2 - 2,0 mm, decapagem de alto perfil, chapa de aço velho com corrosão alveolar.
- 1,2 - 2,0 mm, decapagem de alto perfil, aço novo sem corrosão alveolar.

Tendo em linha de conta que o navio analisado foi construído em 2009, e por conseguinte a chapa não apresentava acentuados graus de corrosão, e verificando-se que mais de 70% do abrasivo apresentava uma granulometria superior a 1,0mm, concluiu-se que o produto se enquadrava perfeitamente na gama de granulometria considerada perfeitamente adequada e aceitável para os trabalhos a levar a cabo.

6.2.5 - Teste de Sais à Granalha (norma ISO 11127)

Em simultâneo com a avaliação da granulometria, foram efectuados testes de sais ao abrasivo em moldes relativamente idênticos aos entretanto já apresentados nos testes de sais residuais na superfície.

Para este trabalho, recolheram-se aleatoriamente algumas amostras alternadamente de vários silos, efectuando a sua mistura de forma homogénea.



Fig.124. Pesagem de um lote 100g de granalha para testes de condutividade.
Fonte: Foto do autor.

Evitando sempre o contacto manual, colocou-se num recipiente plástico, 100g de abrasivo resultante da mistura, previamente pesado na balança, anulando o efeito da tara passando-se aos seguintes procedimentos para extracção dos sais solúveis na granalha:

- Introduziram-se numa proveta de vidro graduada, 100ml de água desmineralizada cuja condutividade foi previamente analisada atribuindo-lhe um valor de “zero” como padrão. Poderia ser utilizada água destilada ou desmineralizada com um valor igual ou inferior a 1mS/m. Neste caso foi necessário apurar a condutividade da água cujo valor foi de 1,4 μ S/cm.
- Colocaram-se os 100g da granalha no copo com 100ml de água desmineralizada, agitando-se a mistura para homogeneização com uma vareta de vidro durante 5 minutos, deixando repousar.
- Aguardou-se cerca de uma hora para promover a libertação/extracção de sais da granalha na água.
- Findo aquele período voltou-se a agitar da mesma forma durante 5 minutos.
- Decantou-se o líquido para o reservatório de vidro e mediu-se a condutividade com o respectivo aparelho (condutivímetro).



Fig.125. Processo de agitação de duas amostras com 100g de granalha cada, mergulhadas em 100ml de água desmineralizada durante 5 minutos.

Fonte: Foto do autor.



Fig.126. Medição da condutividade de sais da granalha em solução.

Fonte: Foto do autor.

6.2.6 - Resultados e Conclusões

Após esta operação, o resultado obtido na medição da condutividade dos sais da granalha entretanto libertados e dissolvidos na água desmineralizada, foi de 3,3mS/m, calculado da seguinte maneira:

$$34,6 - 1,4 = 33,2 \mu\text{S}/\text{cm} = 3,3\text{mS}/\text{m} < 25\text{mS}/\text{m}$$

Recorrendo à respectiva tabela (10), este valor permitiu concluir que o abrasivo se encontrava totalmente aceitável, de acordo com as respectivas normas isto é, valores inferiores a 25mS/m o equivalente a 2,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

SALTS IN MINERAL ABRASIVES PROCEDURE ISO 11127-6, See Page R 6d		
NOTE: Conductivity acceptance levels are indicated for an abrasive bulk density of 1.7kg/l. Limits are given for densities 1.4 to 2.0 HEMPEL'S recommended maximum limit for:	MEASURED CONDUCTIVITY mS/m	
	0	Table 2
	5	
	10	
	15	
	20	
ISO 11126 - series, limit for abrasives	25	Always 25
Tank Coatings with Cargo Protection Guide or other RESISTANCE GUIDES or for fresh/brackish water	30	35-25
Other tank Coatings & Heavy duty Coatings	50	60-40

Tab.13. Tabela ISO 11126 para limites de condutividade relativamente ao conteúdo de sais em abrasivos de origem mineral.

Fonte: "Hempel".

7 - ANEXOS

Apresentam-se como anexos de suporte ao relatório os seguintes documentos:

- 7.1 - Anexo I - Especificação de Pintura em língua inglesa
Tratamento de “topside”; “bootop”; fundo vertical e fundo chato
Aplicação de antiaderente de silicone
- 7.2 - Anexo II - Certificado de Antivegetativo, em língua inglesa
Antiaderente de silicone, Hempaguard X7, isento de “TBT”, aplicado no
fundo chato e fundo vertical do navio
- 7.3 - Anexo III - Distribuição de Latas de “Tie-Coat” (Nexus)
Esquema simples, feito manualmente para entrega ao supervisor de docas
na fase prévia às operações de pintura
- 7.4 - Anexo IV - Distribuição de Latas “A/A” de Silicone (Hempaguard)
Esquema simples, feito manualmente para entrega ao supervisor de docas
na fase prévia às operações de pintura
- 7.5 - Anexo V - "Progress Report", em língua inglesa
Informação diária ao armador e restantes intervenientes responsáveis e
interessados no progresso dos trabalhos desenvolvidos
- 7.6 - Anexo VI - Relatório Final, resumo em língua inglesa
Regista detalhadamente a complexidade de trabalhos efectuados
- 7.7 - Anexo VII - Fichas Técnicas dos Produtos em língua portuguesa
 - 7.7.1 - Primário epoxídico: “Hempadur Quattro” 17634, 2 componentes
 - 7.7.2 - Demão de ligação/“Tie-coat”, Silicone, “Hempasil Nexus” 27310, 3 componentes
 - 7.7.3 - Antivegetativo autopolimentante para “bootop”: “Hempel’s A/F Globic” 6000 75950, monocomponente
 - 7.7.4 - Antiaderente Silicone “Hempaguard” X7 89900, 2 componentes
 - 7.7.5 - Acabamento poliuretano, “topside”: Hempathane Topcoat 55210, 2 componentes

Apesar de toda a documentação apresentada, específica por navio, ter sido emitida e utilizada nos casos práticos reais observados durante o estágio, para garantia de privacidade, esta, tal como algumas fotografias, apresenta-se parcialmente descaracterizada pelo que os nomes dos armadores e dos respectivos navios são omitidos ou “mascarados” em diversos documentos do texto e dos anexos.

7.1 - Anexo I - Especificação de Pintura em língua inglesa
Tratamento de “topside”; “bootop”; fundo vertical e fundo chato
Aplicação de antiaderente de silicone



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

FLAT BOTTOM

Vessel Activity 70%

World Wide Trading Routes

Avg Speed 12 Knots

Area size:

8096 sqm

Surface preparation:

Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) Oil and Grease etc. Hard scraping to remove marine growth, followed by high pressure fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is fresh water cleaning to remove salts and other contaminants on the entire area. dry: Abrasive blasting to minimum Sa 2 according to ISO 8501-1:2007.

Product name (including quality number)	Treated area %		Shade no.	Film thickness (micron)		Theoretical spreading rate (sqm/ltr)		Application methods		Recommended	
				Wet	Dry			Brush	Roller	Nozzle orifice	Nozzle pressure
HEMPADUR QUATTRO 17634	f/c 100	Red	50630	175	125	5.8		(X)	(X)	.021"-.025"	250 bar
HEMPADUR QUATTRO 17634	f/c 100	Beige	22090	175	125	5.8		(X)	(X)	.021"-.025"	250 bar
HEMPASIL NEXUS 27310	f/c 100	Light red	55001	175	100	5.6		(X)	(X)	.019"-.021"	150 bar
HEMPAGUARD X7 89900	f/c 100	Red	59161	225	150	4.7		(X)	(X)	0.019-0.023"	200 bar
t/u: touch up f/c: full coat s/c: stripe coat Total d.f.t.				500		X: Recommended (X): Possible					

Remarks and Product information see next page.

Quality Code:
Environment :

Immersion

Page: 1

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:
FLAT BOTTOM

8096 sqm

Area si e:

Recoating intervals. Ample ventilation		Hrs=Hour(s)		Mth=Month(s)		N/R=Not Recommended		10°C		0°C		-10°C	
Quality no	D.F.T. (micron)	Recoated with quality no		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
17634	125	17634		2 Hrs	15 Day	3 Hrs	22½ Day	4 Hrs	30 Day	8 Hrs	60 Day	18 Hrs	90 Day
17634	125	27310		2 Hrs	12 Hrs	3 Hrs	18 Hrs	4 Hrs	24 Hrs	8 Hrs	48 Hrs	18 Hrs	4½ Day
27310	100	89900		1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	N/R	N/R
Drying time before taking into use, before un-docking				1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	N/R	N/R

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:
Environment :

Immersion

Page: 2

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

FLAT BOTTOM

Area si e:

8096 sqm

Remarks:

HEMPASIL/HEMPAGUARD products contain silicone materials, which may contaminate other paint materials and surfaces. Any equipment used, e.g. brushes, rags or cans should either be disposed of or thoroughly cleaned after use. All efforts (including masking if necessary) should be made to ensure, that silicone contamination in the form of spray dust is kept to a minimum.

It is recommended that all other paint work is completed prior to application of HEMPAGUARD system and that special care is taken during both application and cleaning.

Note that the minimum application temperature for HEMPASIL 27310 is 10°C/50°F and if the temperature is below 15°C/59°F, then it is recommended that the temperature of the paint must be a minimum of 15°C/59°F, to keep the optimal application properties of the paint.

All hoses used must be extremely clean and, if possible, should be either new or dedicated for silicone use. It is recommended that the same paint hoses are used for both HEMPASIL NEXUS 27310 and HEMPAGUARD X7 89900, with thorough cleaning between the two operations.

All equipment that is not new must be cleaned using HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610 by recirculation or immersion (stirrers) for several hours before use to remove all traces of paint and then rinsed with HEMPEL'S THINNER 08080 prior to use.

It is recommended that extra equipment is available and ready in the event of a failure of the equipment in use.

Any masking should be secured carefully, the topsides area and any other area not to be coated with HEMPAGUARD X7 89900 should be covered with plastic. This plastic should be properly secured using double width tape so that it does not fall or blow into any freshly applied paint. The masking must be checked and if necessary repaired prior to every application to make sure that it is secure.

All sharp edges or areas that are difficult to paint should receive a stripe coat prior to full coat application.

Application of HEMPASIL/HEMPAGUARD products are only permitted during daylight hours. It is EXTREMELY important that the applicators and attending CA's do regular WFT (Wet Film Thickness) checks during application of the silicone coats to ensure the correct thickness as per specification is achieved.

HEMPASIL NEXUS 27310 must be applied in one application. There must not be any possibility of rain or condensation for a period of 6 hours after application. An adequate number of experienced sprayers must be used, for medium and large applications a minimum of 8 is recommended.

The specified high film thickness for HEMPAGUARD X7 89900 can best be obtained by airless spray application. If another application method is used more applications are necessary to achieve the specified dry film thickness. Use of an application method other than spray may affect the fouling release performance of the system.

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:
Environment :

Immersion

Page: 3

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

FLAT BOTTOM

Area si e:

8096 sqm

Remarks:

A minimum of 24 hours should be allowed before undocking, irrespective of temperature (above 10°C/50°F). If the temperature falls below 10°C / 50°F then 48 hours must be allowed before undocking.

1) Overcoating intervals between HEMPASIL NEXUS 27310 and HEMPAGUARD X7 89900

(in hours)		27310 to 89900 at:		40°C Min.		Max.		30°C Min.		Max.		20°C Min.		Max.		10°C Min.		Max.	
80-85% RH	3	12	4	18	6	20	16	30											
60-80% RH	4	12	5	18	7	20	18	30											
40-60% RH	5	12	6	18	9	20	20	30											
Undocking	24	14d	24	14d	24	14d	24	14d											

Product information:		Shade no.		Volume solids %		Curing agent		Mixing ratio volume		Pot life 20°C		Dry to touch 20°C		Flash point °C		Thinner		Application restrictions Min. Temp. Max. RH%	
HEMPADUR QUATTRO 17634		50630		72		97334		4 : 1		2 h		4 h		27		08450		-10	
HEMPADUR QUATTRO 17634		22090		72		97334		4 : 1		2 h		4 h		27		08450		-10	
HEMPASIL NEXUS 27310		55001		56		98100		6.8 : 2.3 : 0.9		1 h		2 h		40					
HEMPAGUARD X7 89900		59161		70		98980		17.8 : 2.2		1 h		3 h		28		08080		0	
																		85	

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:
Environment :

Immersion

Page: 4





Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

Area si e:

5343 sqm

VERTICAL BOTTOM

Vessel Activity 70%

World Wide Trading Routes

Avg Speed 12 Knots

Surface preparation:

Oil and Grease etc. Hard scraping to remove marine growth, followed by high pressure fresh water cleaning to remove salts and other contaminants on the entire area.

Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is dry: Abrasive blasting to minimum Sa 2 according to ISO 8501-1:2007.

Product name (including quality number)	Treated area %	Colour	Shade no.	Film thickness (micron)		Theoretical spreading rate (sqm/ltr)	Application methods			Recommended	
				Wet	Dry		Brush	Roller	Spray	Nozzle orifice	Nozzle pressure
HEMPADUR QUATTRO 17634	f/c 100	Red	50630	175	125	5.8	(X)	(X)	X	.021"-.025"	250 bar
HEMPADUR QUATTRO 17634	f/c 100	Beige	22090	175	125	5.8	(X)	(X)	X	.021"-.025"	250 bar
HEMPASIL NEXUS 27310	f/c 100	Light red	55001	175	100	5.6	(X)	(X)	X	.019"-.021"	150 bar
HEMPAGUARD X7 89900	f/c 100	Red	59161	225	150	4.7	(X)	(X)	X	0.019-0.023"	200 bar
t/u: touch up f/c: full coat s/c: stripe coat Total d.f.t.				500			X: Recommended (X): Possible				

Text

Remarks and Product information see next page.

Quality Code:
Environment :

Page: 5

Immersion

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:
VERTICAL BOTTOM

Area si e: 5343 sqm

Recoating intervals. Ample ventilation			Hrs=Hour(s)		Mth=Month(s)		N/R=Not Recommended		10°C		0°C		-10°C	
Quality no	D.F.T. (micron)	Recoated with quality no	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
17634	125	17634	2 Hrs	15 Day	3 Hrs	22½ Day	4 Hrs	30 Day	8 Hrs	60 Day	18 Hrs	90 Day	36 Hrs	90 Day
27310	100	27310	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	N/R	N/R	N/R	N/R
89900	150	89900	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	N/R	N/R	N/R	N/R
Drying time before taking into use, before un-docking			1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	1)	N/R	N/R	N/R	N/R

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:
Environment :

Immersion

Page: 6

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

VERTICAL BOTTOM

Area si e:

5343 sqm

Remarks:

HEMPASIL/HEMPAGUARD products contain silicone materials, which may contaminate other paint materials and surfaces. Any equipment used, e.g. brushes, rags or cans should either be disposed of or thoroughly cleaned after use. All efforts (including masking if necessary) should be made to ensure, that silicone contamination in the form of spray dust is kept to a minimum.

It is recommended that all other paint work is completed prior to application of HEMPAGUARD system and that special care is taken during both application and cleaning.

Note that the minimum application temperature for HEMPASIL 27310 is 10°C/50°F and if the temperature is below 15°C/59°F, then it is recommended that the temperature of the paint must be a minimum of 15°C/59°F, to keep the optimal application properties of the paint.

All hoses used must be extremely clean and, if possible, should be either new or dedicated for silicone use. It is recommended that the same paint hoses are used for both HEMPASIL NEXUS 27310 and HEMPAGUARD X7 89900, with thorough cleaning between the two operations.

All equipment that is not new must be cleaned using HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610 by recirculation or immersion (stirrers) for several hours before use to remove all traces of paint and then rinsed with HEMPEL'S THINNER 08080 prior to use.

It is recommended that extra equipment is available and ready in the event of a failure of the equipment in use.

Any masking should be secured carefully, the topsides area and any other area not to be coated with HEMPAGUARD X7 89900 should be covered with plastic. This plastic should be properly secured using double width tape so that it does not fall or blow into any freshly applied paint. The masking must be checked and if necessary repaired prior to every application to make sure that it is secure.

All sharp edges or areas that are difficult to paint should receive a stripe coat prior to full coat application.

Application of HEMPASIL/HEMPAGUARD products are only permitted during daylight hours. It is EXTREMELY important that the applicators and attending CA's do regular WFT (Wet Film Thickness) checks during application of the silicone coats to ensure the correct thickness as per specification is achieved.

HEMPASIL NEXUS 27310 must be applied in one application. There must not be any possibility of rain or condensation for a period of 6 hours after application. An adequate number of experienced sprayers must be used, for medium and large applications a minimum of 8 is recommended.

The specified high film thickness for HEMPAGUARD X7 89900 can best be obtained by airless spray application. If another application method is used more applications are necessary to achieve the specified dry film thickness. Use of an application method other than spray may affect the fouling release performance of the system.

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:
Environment :

Immersion

Page: 7

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:
VERTICAL BOTTOM

Area si e: 5343 sqm

Remarks:

A minimum of 24 hours should be allowed before undocking, irrespective of temperature (above 10°C/50°F). If the temperature falls below 10°C / 50°F then 48 hours must be allowed before undocking.

1) Overcoating intervals between HEMPASIL NEXUS 27310 and HEMPAGUARD X7 89900

(in hours)		27310 to 89900 at:		40°C Min.		Max.		30°C Min.		Max.		20°C Min.		Max.		10°C Min.		Max.	
80-85% RH	3	12	4	18	6	20	16	30											
60-80% RH	4	12	5	18	7	20	18	30											
40-60% RH	5	12	6	18	9	20	20	30											
Undocking	24	14d	24	14d	24	14d	24	14d											

Product information:		Shade no.		Volume solids %		Curing agent		Mixing ratio volume		Pot life 20°C		Dry to touch 20°C		Flash point °C		Thinner		Application restrictions Min. Temp. Max. RH%	
HEMPADUR QUATTRO 17634		50630		72		97334		4 : 1		2 h		4 h		27		08450		-10	
HEMPADUR QUATTRO 17634		22090		72		97334		4 : 1		2 h		4 h		27		08450		-10	
HEMPASIL NEXUS 27310		55001		56		98100		6.8 : 2.3 : 0.9		1 h		2 h		40					
HEMPAGUARD X7 89900		59161		70		98980		17.8 : 2.2		1 h		3 h		28		08080		0	
																		85	

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:
Environment : Immersion

Page: 8





Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

Area si e:

3740 sqm

BOOTTOP
Vessel Activity 70%
World Wide Trading Routes
Avg Speed 12 Knots

Surface preparation:

Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) Oil and Grease etc. Hard scraping to remove marine growth, followed by high pressure fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is fresh water cleaning to remove salts and other contaminants on the entire area.
dry: Spot Abrasive blasting to minimum Sa 2 according to ISO 8501-1:2007.

Product name (including quality number)	Treated area %		Shade no.		Film thickness (micron)		Theoretical spreading rate (sqm/ltr)		Application methods			Recommended	
	t/u	%	Colour		Wet	Dry			Brush	Roller	Spray	Nozzle orifice	Nozzle pressure
HEMPADUR QUATTRO 17634	30		Red	50630	200	150	4.8		(X)	(X)	X	.021"-.025"	250 bar
HEMPADUR 47182	30		Yellowish grey	25150	250	150	4.1		(X)		X	.023"	230 bar
HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC 6000 75950	f/c	100	Red	51110	225	130	4.5				X	0.027"-0.031"	270 bar
t/u: touch up f/c: full coat s/c: stripe coat	Total d.f.t.				430				X: Recommended (X): Possible				

Recoating intervals. Ample ventilation Hrs=Hour(s) Mth=Month(s) N/R=Not Recommended

Quality no	D.F.T. (micron)	Recoated with quality no	40°C		30°C		20°C		10°C		0°C		-10°C	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
17634	150	47182	3 Hrs	15 Day	4 Hrs	22½ Day	5 Hrs	30 Day	10 Hrs	60 Day	23 Hrs	90 Day	N/R	N/R
47182	150	75950	5 Hrs	60 Hrs	7 Hrs	3½ Day	9 Hrs	5 Day	18 Hrs	10 Day	41 Hrs	22½ Day	3½ Day	45 Day
Drying time before taking into use, before un-docking			5 Hrs	None	8 Hrs	None	11 Hrs	None	21 Hrs	None	43 Hrs	None	3½ Day	None

Remarks and Product information see next page.

Quality Code:
Environment :

Immersion

. Page: 9

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

BOOTTOP

Area si e:

3740 sqm

Remarks:

Normal good painting practice must be followed throughout the entire painting procedure.

Product information:		Shade no.	Volume solids %	Curing agent	Mixing ratio volume	Pot life 20°C	Dry to touch 20°C	Flash point °C	Thinner	Application restrictions Min. Temp. Max. RH% °C
HEMPADUR QUATTRO 17634		50630	72	97334	4 : 1	2 h	4 h	27	08450	-10
HEMPADUR 47182		25150	62	98470	7 : 1	2 h	4 h	28	08450	-5
HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC 6000 75950		51110	58					24		

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:
Environment :

Immersion

Page: 10

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

Area si e:

3716 sqm

TOPSIDE

Vessel Activity 70%

World Wide Trading Routes

Avg Speed 12 Knots

Surface preparation:

Oil and grease etc. to be removed by emulsion cleaning. Entire area to be (high pressure) fresh water cleaned in order to remove salts and other contaminants. When the surface is dry: Spot Abrasive blasting to minimum Sa 2 according to ISO 8501-1:2007.

Product name (including quality number)	Treated area %		Shade no.	Film thickness (micron)		Theoretical spreading rate (sqm/ltr)		Application methods			Recommended	
	t/u	30		Wet	Dry			Brush	Roller	Spray	Nozzle orifice	Nozzle pressure
HEMPADUR QUATTRO 17634	t/u	30	50630	175	125	5.8		(X)	(X)	X	.021"-.025"	250 bar
HEMPADUR QUATTRO 17634	t/u	30	22090	175	125	5.8		(X)	(X)	X	.021"-.025"	250 bar
HEMPATHANE TOPCOAT 55210	f/c	100	19990	100	50	10.0		(X)	(X)	X	.017"-.019"	150 bar
t/u: touch up f/c: full coat s/c: stripe coat			Total d.f.t.	300		X: Recommended (X): Possible						

Recoating intervals. Ample ventilation Hrs=Hour(s) Mth=Month(s) N/R=Not Recommended

Quality no	D.F.T. (micron)	Recoated with quality no	40°C		30°C		20°C		10°C		0°C		-10°C	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
17634	125	17634	2 Hrs	15 Day	3 Hrs	22½ Day	4 Hrs	30 Day	8 Hrs	60 Day	18 Hrs	90 Day	36 Hrs	90 Day
17634	125	55210	2 Hrs	72 Hrs	3 Hrs	4½ Day	4 Hrs	6 Day	8 Hrs	12 Day	18 Hrs	27 Day	36 Hrs	54 Day

Remarks and Product information see next page.

Quality Code:
Environment :

Severe

Page: 11

HEMPEL



Specification sheet

HEMPEL A/S

Customer:

Project:

Obj. ref.:

Area:

TOPSIDE

Area si e:

3716 sqm

Remarks:

Normal good painting practice must be followed throughout the entire painting procedure.

Product information:		Shade no.	Volume solids %	Curing agent	Mixing ratio volume	Pot life 20°C	Dry to touch 20°C	Flash point °C	Thinner	Application restrictions Min. Temp. Max. RH% °C
HEMPADUR QUATTRO 17634		50630	72	97334	4 : 1	2 h	4 h	27	08450	-10
HEMPADUR QUATTRO 17634		22090	72	97334	4 : 1	2 h	4 h	27	08450	-10
HEMPATHANE TOPCOAT 55210		19990	50	95370	7 : 1	4 h	8 h	33	08080	-10

The data, specifications, directions and recommendations (hereinafter "Information") given in this painting specification are based upon test results obtained under controlled or specifically defined conditions and said Information is correct to the best of our knowledge. The User must satisfy itself that it is appropriate to use the Product in accordance with the Information in the actual conditions under which the Product is intended to be used, and the Manufacturer and Seller do not guarantee the accuracy, completeness or appropriateness of the Information when the Product is used in those conditions. The provisions regarding Hempel's liability in its applicable conditions for sale, delivery and service shall apply to any and all claims arising out of or in connection with the use of the products recommended above, overleaf or otherwise.

Quality Code:

Environment :

Severe

Page:

12

HEMPEL

7.2 - Anexo II - Certificado de Antivegetativo, em língua inglesa
Antiaderente de silicone, Hempaguard X7, isento de “TBT”, aplicado no
fundo chato e fundo vertical do navio

CERTIFICATE

Hempel Record of TBT-Free Fouling Defence Coating **HEMPAGUARD X7 89900**

HEMPEL A/S

hereby confirms that HEMPAGUARD X7 89900 applied on the Flat and Vertical Bottom areas of the vessel

Ship name:

IMO No.:

Date applied: September 2014

Yard/location: Lisnave Mitrena Shipyard – Setubal - Portugal

is a TBT-free silicone-based fouling defence coating that complies with the requirements to antifouling systems as stated in the IMO Convention on the Control of Harmful Antifouling Systems on Ships (AFS/CONF/26), adopted 5 October 2001 in London.

HEMPAGUARD X7 89900, colour 59161 (red) is a TBT-free fouling defence coating type, containing the following active ingredients:

- copper pyrithione (CAS No. 14915-37-8)

HEMPAGUARD X7 89900 has been applied on top of a full tie coat of HEMPASIL NEXUS 27310, colour 55001 (light red).

This Certificate merely confirms that the delivery of fouling defence coating has taken place to the vessel mentioned above. Being a manufacturer of HEMPAGUARD X7 89900 Hempel keeps records of deliveries of TBT-free paints and inspections carried out in relation thereto.

The IMO Guidelines for Survey and Certification adopted October 2002 govern the issue of the Statement of Compliance and the issue of the International Anti-fouling System Certificate. This Hempel declaration contains the information required by the IMO Guidelines. The information will also be available from the Material Safety Data Sheet.

HEMPEL A/S and any of its subsidiaries and/or affiliates cannot be held liable for any consequences arising out of or in connection with the information provided in this certificate.

You are welcome to contact HEMPEL A/S for further details.

HEMPEL A/S
9 September 2014



7.3 - Anexo III - Distribuição de Latas de “Tie-Coat” (Nexus)
Esquema simples, feito manualmente para entrega ao supervisor de docas
na fase prévia às operações de pintura

NEXUS

27310(distribution)

DECA 21

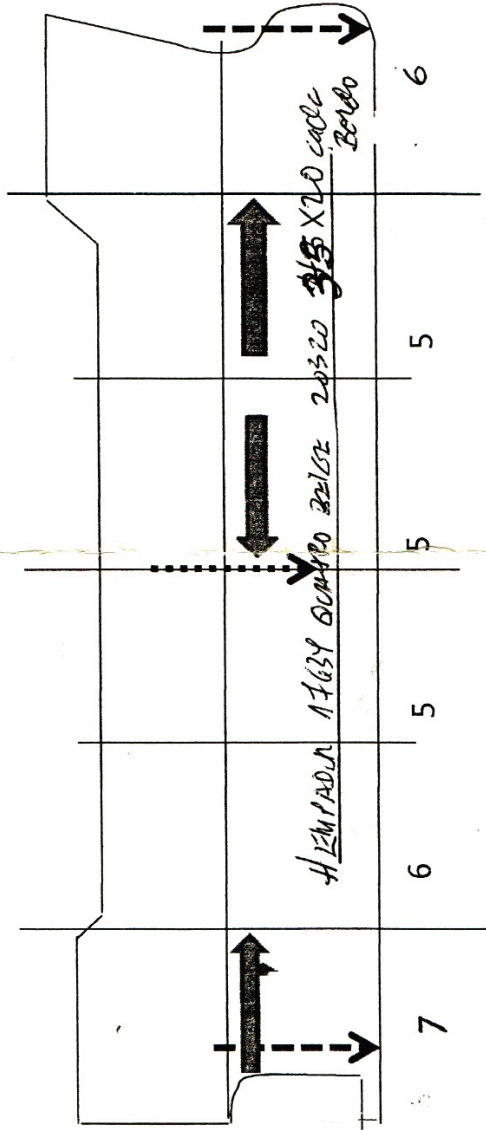
PMCA 29.03.15

船尾/AFW

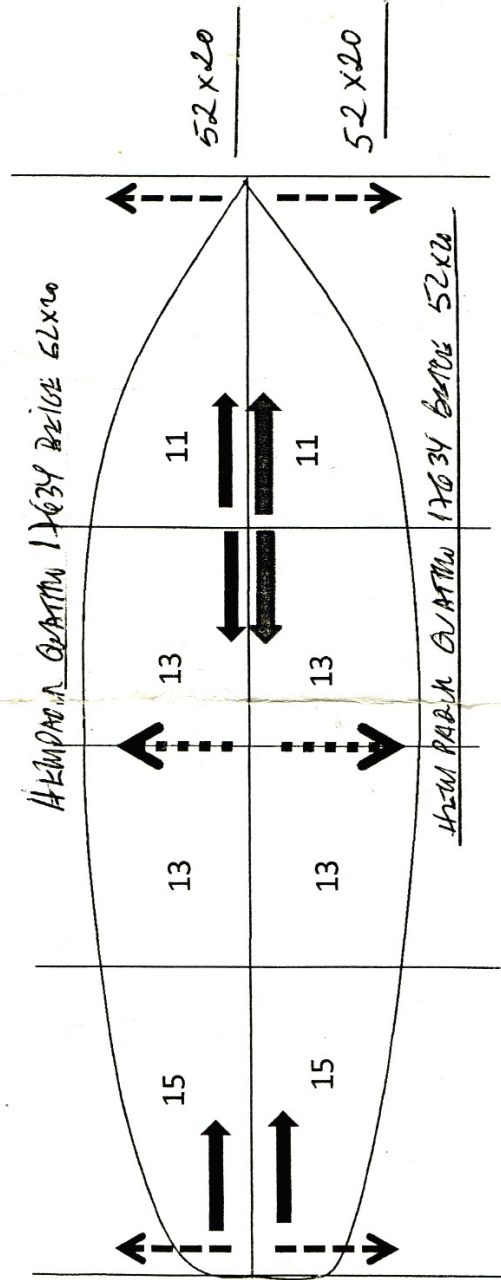
船尾/AFW

THICKNESS

175/100 μ



34 X 20 X 2 = 68 X 20



52 X 20

52 X 20

forward

7.4 - Anexo IV - Distribuição de Latas “A/A” de Silicone (Hempaguard)
Esquema simples, feito manualmente para entrega ao supervisor de docas
na fase prévia às operações de pintura

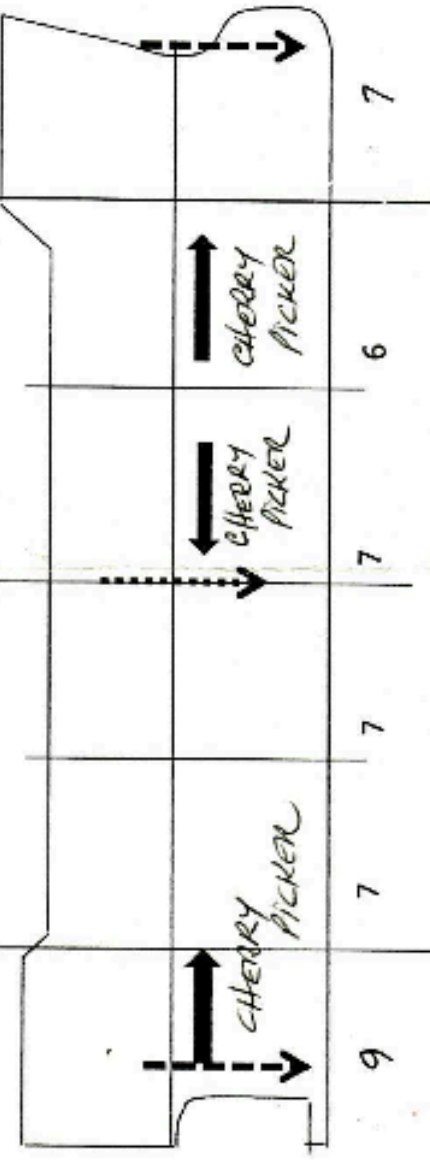
Dec 21

PARA 29.03.15

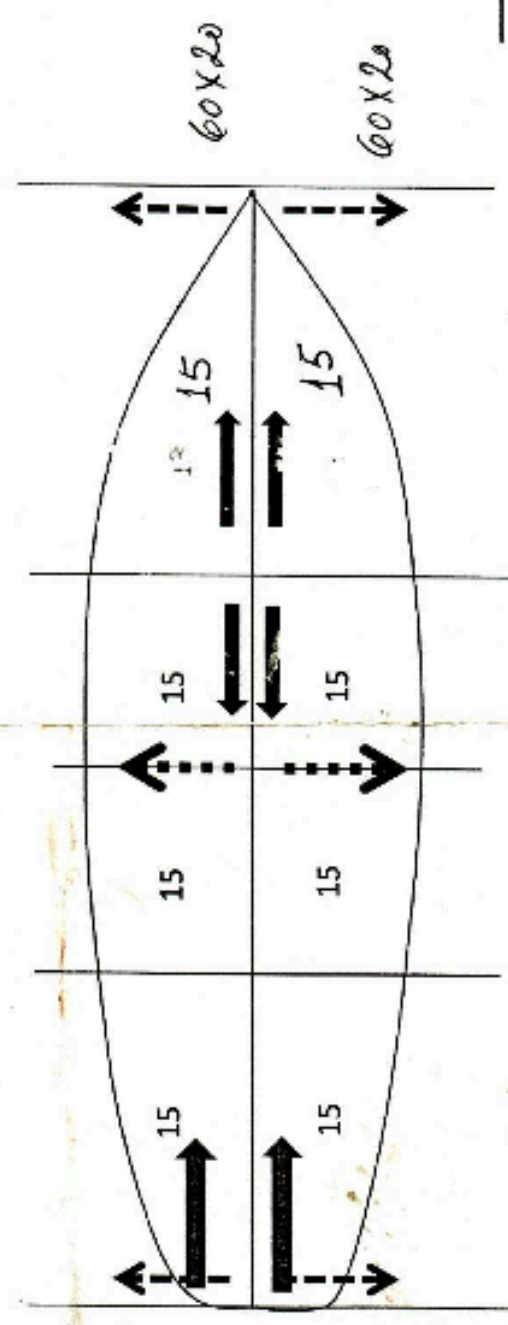
船头/FWD

$43 \times 20 \times 2 = 86 \times 20$

X7
distribution



ESPRESSO
225/125



Forward file

7.5 - Anexo V - "Progress Report", em língua inglesa
Informação diária ao armador e restantes intervenientes responsáveis e
interessados no progresso dos trabalhos desenvolvidos

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



Vessel/Project name

IMO number

Owner/Customer

Segment	Subsegment	Job type
Marine	Marine maintenance - Merchant DD	Maintenance



Yard/location	City/Country
Lisnave-Mitrena	Setubal / Portugal
Period of attendance	Report completed
2014-01-13 -	

While the information in this report is given on the basis of the know-how and technology currently available to Hempel and is believed to be reliable and accurate, Hempel gives no warranty as to the reliability or accuracy of the information, nor accepts any responsibility for any errors or omissions. Advice and other technical service rendered is according to our general conditions of sale, delivery and service to which reference is made (see www.hempel.com)

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



Progress Report No. 4

Vessel/Project name
CA Name

Background

Weather situation: Cloudy by no rain forecast. Starting works by cutting DLL by roller with A/F. At same time 2nd coat of A/F was applied on sea chests. Last A/F coating on Flat and Vertical Bottom and Boottop could not be started before 1000 until climate conditions being found. The major paint application works were completed by 1300, thus remaining the complementary works involving names, marks and localized mechanically treated plates.

Attendance periods 2014-01-20
 2014-01-20

Boottop

Microclimate

Date and time	Air temperature	Steel temperature	Dew point	Relative humidity	Weather	Wind
2014-01-20 10:00	11 °C	12 °C	7,5 °C	82 %	Partly cloudy	Light
2014-01-20 13:00	13 °C	12 °C	8 °C	78 %	Sunny	Light

Vertical bottom

Microclimate

Date and time	Air temperature	Steel temperature	Dew point	Relative humidity	Weather	Wind
2014-01-20 11:00	11,5 °C	12 °C	8 °C	78 %	Partly cloudy	Light

Flat bottom

Microclimate

Date and time	Air temperature	Steel temperature	Dew point	Relative humidity	Weather	Wind
2014-01-20 10:00	11 °C	12 °C	7,5 °C	82 %	Partly cloudy	Light

Photos

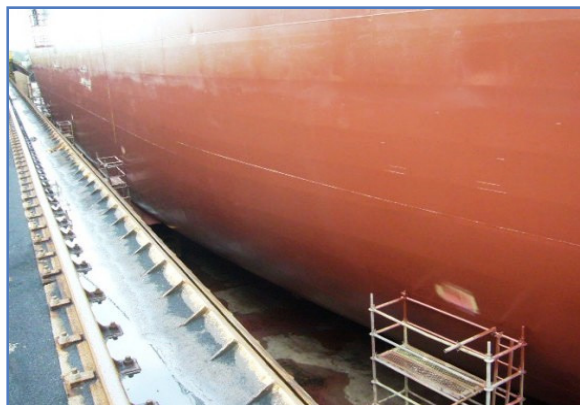
Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



1 Aligning DLL with A/F by roller application



2 SBS, fore, marked areas on vertical subject for later treatment



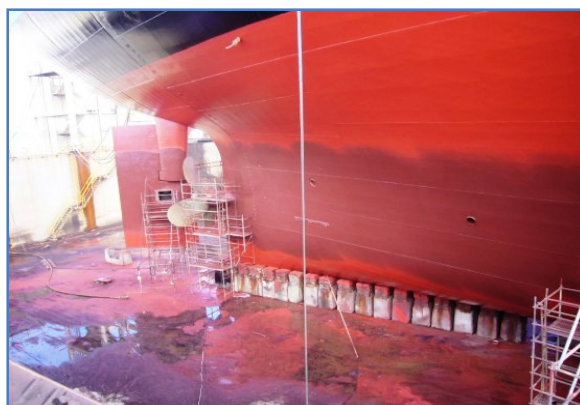
3 PS, aft. Application of 2nd full coat of A/F red on Boottop



4 PS, fore. Application of 2nd coat A/F red on Vertical Bottom



5 SBS. Application of 2nd A/F full coat. A treated marked area can be observed after application of 1st primer coat Hempadur Quattro red by roller.



6 SBS, aft. Application of 2nd coat of A/F red on Boottop.

Marine Maintenance Report
Vessel:

Project ID:



7 SBS, aft. Completion of last full coat.



8 PS general view from fore after completion of last full coat of A/F.

7.6 - Anexo VI - Relatório Final, resumo em língua inglesa
Regista detalhadamente a complexidade de trabalhos efectuados

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



Vessel/Project name

IMO number

Owner/Customer

Segment	Subsegment	Job type
Marine	Marine maintenance - Merchant DD	Maintenance



Yard/location	City/Country
LISNAVE SY	Setubal / Portugal
Period of attendance	Report completed
2012-03-03 - 2012-03-14	2012-03-16

While the information in this report is given on the basis of the know-how and technology currently available to Hempel and is believed to be reliable and accurate, Hempel gives no warranty as to the reliability or accuracy of the information, nor accepts any responsibility for any errors or omissions. Advice and other technical service rendered is according to our general conditions of sale, delivery and service to which reference is made (see www.hempel.com)

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



Main information

Owner/Customer

Owner/Customer
Country/Flag
Represented by

Yard

Yard/location **LISNAVE SY**
City/Country **Setubal/**
Represented by

Project

Project start date **2012-03-03**
Project finish date **2012-03-14**

Ship overview

IMO number	
Vessel type	General cargo
Year build	1994
Gross tonnage	22147 t
Deadweight	37055 t
Length overall	180.9 m
Length BP	171 m
Breadth moulded	30,53 m
Depth	15,30 m
Draught	9,77 m

Last inspection/application

Report available **No**

Hempel Offices Information

Hempel Sales Office in charge of service to customer
Sale/Account Manager
Presales specification number
Hempel Technical Service Office **HEMPEL PORTUGAL**
Technical Service report approver
Hempel representative
Additional documentation kept by

Distribution

Hempel Sales Office in charge of service to customer
Owner/Customer
Hempel Technical Service Office **HEMPEL PORTUGAL**



Area index

Area	Page
Flat bottom	5
Vertical bottom	6
Boottop	7
Topside	8



Project details

Indocking observation

Trading waters **World Wide**
Average speed **15 knots**
Activity level **80 %**

	FWD	MID	AFT
DLL	9.77 m	10.350 m	10.931 m
LLL	7 m	7 m	7 m

Outdocking observation

Cathodic protection system in service **Sacrificial anodes (Aluminium)**

No. of anodes **94**
Total weight **1,080 kg**

	FWD	MID	AFT
DLL	9.77 m	10.350 m	10.931 m
LLL	7 m	7 m	7 m

Hours since final coat of A/F applied, until immersion **84 h**
Average temperature **16 °C**
Average relative humidity during this period **70 %**
Expected D/D interval **30 months**



Area summary for Flat bottom

Area size
4200 m²

Condition

Observation start 2012-03-03
Observation finish 2012-03-05

Condition indicator	Value	Reason	Other
Corrosion	less than 3% Scattered		
Mechanical damage	less than 3% Localized		
Peeling/detachment	3-5% Scattered		

Remark Due to it's acceptable condition, no blasting was carried out on Flat Bottom as per owner's Rep. decision.. Accordingly, no touch-up primers were used.

Water ballast tanks emptied Yes

Surface preparation

Pretreatment start 2012-03-03
Pretreatment finish 2012-03-06

Method	Area treated
HP water cleaning	100%

Subsequent fresh water cleaning Yes Pressure 300 bar

Quality of surface preparation Good

Photos taken Yes

Paint application

Application start 2012-03-09 15:00
Application finish 2012-03-10 12:00

Coat number	Coat type	Method	Product name	Product No	Specified DFT	Consumption
1	Touch up	Airless	HEMPEL'S A/F OLYMPIC FB	8695B-51110	100 µm	100 L
2	Full coat	Airless	HEMPEL'S A/F OLYMPIC FB	8695B-51110	80 µm	920 L

Quality of paint application Good

Photos taken Yes



Area summary for Vertical bottom

Area size
3500 m²

Condition

Observation start 2012-03-03
Observation finish 2012-03-05

Condition indicator	Value	Reason	Other
Slime	16-33% Scattered		
Corrosion	3-5% Scattered		
Peeling/detachment	6-15% Scattered		

Water ballast tanks emptied Yes

Surface preparation

Pretreatment start 2012-03-03
Pretreatment finish 2012-03-06

Method	Area treated
HP water cleaning	10-20%
Abrasive blast cleaning Sa 2 ½	10-20%

Subsequent fresh water cleaning Yes Pressure 300 bar

Quality of surface preparation Good

Photos taken Yes

Paint application

Application start 2012-03-05 18:30
Application finish 2012-03-10 16:30

Coat number	Coat type	Method	Product name	Product No	Specified DFT	Consumption
1	Touch up	Airless	HEMPADUR	17630-50630	200 µm	220 L
2	Touch up	Airless	HEMPADUR	45182-25150	50 µm	240 L
3	Touch up	Airless	HEMPEL'S ANTIFOULING OLYMPIC	86950-51110	100 µm	360 L
4	Full coat	Airless	HEMPEL'S ANTIFOULING OLYMPIC	86950-51110	130 µm	1000 L

Quality of paint application Good

Photos taken Yes



Area summary for **Boottop**

Area size
1000 m²

Condition

Observation start **2012-03-03**
Observation finish **2012-03-05**

Condition indicator	Value	Reason	Other
Oil or other deposits	less than 3% Localized		
Corrosion	6-15% Scattered		
Peeling/detachment	less than 3% Localized		

Water ballast tanks emptied **Yes**

Surface preparation

Pretreatment start **2012-03-03**
Pretreatment finish **2012-03-06**

Method	Area treated
HP water cleaning	100%

Subsequent fresh water cleaning **Yes** Pressure **200 bar**

Quality of surface preparation **Good**

Photos taken **Yes**

Paint application

Application start **2012-03-05 18:30**
Application finish **2012-03-09 00:00**

Coat number	Coat type	Method	Product name	Product No	Specified DFT	Consumption
1	Touch up	Airless	HEMPADUR	17630-50630	150 µm	100 L
2	Touch up	Airless	HEMPADUR	45182-25150	50 µm	120 L
3	Full coat		HEMPATEX ENAMEL	56360-50630	35 µm	200 L

Quality of paint application **Good**

Photos taken **Yes**



Area summary for **Topside**

Area size
1800 m²

Condition

Observation start **2012-03-03**
Observation finish **2012-03-05**

Condition indicator	Value	Reason	Other
Oil or other deposits	less than 3% Localized		
Corrosion	3-5% Scattered		

Surface preparation

Pretreatment start **2012-03-03**
Pretreatment finish **2012-03-06**

Method	Area treated
HP water cleaning	100%
Abrasive blast cleaning Sa 2 ½	<10%

Subsequent fresh water cleaning **Yes** Pressure **200 bar**

Quality of surface preparation **Good**

Photos taken **Yes**

Paint application

Application start **2012-03-05 18:30**
Application finish **2012-03-09 00:00**

Coat number	Coat type	Method	Product name	Product No	Specified DFT	Consumption
1	Touch up	Airless	HEMPATEX HI-BUILD	46410-11480	100 µm	100 L
2	Touch up	Airless	HEMPATEX HI-BUILD	46410-50630	100 µm	100 L
3	Full coat	Airless	HEMPATEX ENAMEL	56360-11480	35 µm	320 L

Quality of paint application **Good**

Photos taken **Yes**

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



Area details for Flat bottom

Area size 4200 m²

Substrate Carbon steel

Condition

Observation start 2012-03-03

Observation finish 2012-03-05

Condition indicator	Value	Reason	Other
Corrosion	less than 3% Scattered		
Mechanical damage	less than 3% Localized		
Peeling/detachment	3-5% Scattered		

Remark

Due to it's acceptable condition, no blasting was carried out on Flat Bottom as per owner's Rep. decision.. Accordingly, no touch-up primers were used.

Photos taken Yes

Surface preparation

Pretreatment start 2012-03-03

Pretreatment finish 2012-03-06

Method	Area treated	Additional information
HP water cleaning	100%	Pressure at pump 300 bar

Quality of surface preparation Good

Photos taken

Yes

Paint application

Application start 2012-03-09 15:00

Application finish 2012-03-10 12:00

Coat	Coat type and percentage	Appl. Method	Product name and number	Specified DFT [µm]	Painting start	Painting finish	Actual DFT [µm]	Consumption [L] Consumption factor	Air temp. [°C] Rel. humidity [%] Steel temp. [°C]	Remark No.
1	Touch up <10%	Airless	HEMPEL'S A/F OLYMPIC FB 8695B-51110	100	2012-03-09 15:00	2012-03-09 16:00	100	100 < 1.2	20 / 50 / 21	
2	Full coat 100%	Airless	HEMPEL'S A/F OLYMPIC FB 8695B-51110	80	2012-03-10 09:30	2012-03-10 12:00	85	920 1.2 - 1.3	15 / 76 / 16	

Total specified DFT 180 µm

Quality of paint application Good

Expected overall result Good

Photos taken Yes

Weather condition

Date and time	Air temperature	Steel temperature	Dew point	Relative humidity	Weather	Wind
2012-03-09 15:00	20 °C	21 °C	12 °C	50 %	Sunny	Light
2012-03-10 09:30	15 °C	16 °C	10 °C	76 %	Partly cloudy	Moderate
2012-03-10 11:30	20 °C	21 °C	9.5 °C	61 %	Sunny	Moderate



Area details for Vertical bottom

Area size 3500 m²

Substrate Carbon steel

Condition

Observation start 2012-03-03

Observation finish 2012-03-05

Condition indicator	Value	Reason	Other
Slime	16-33% Scattered		
Corrosion	3-5% Scattered		
Peeling/detachment	6-15% Scattered		

Photos taken Yes

Surface preparation

Pretreatment start 2012-03-03

Pretreatment finish 2012-03-06

Method	Area treated	Additional information
HP water cleaning	10-20%	Pressure at pump 300 bar
Abrasive blast cleaning Sa 2 ½	10-20%	Abrasive type Steel grit

Quality of surface preparation Good

Photos taken

Yes

Paint application

Application start 2012-03-05 18:30

Application finish 2012-03-10 16:30

Coat	Coat type and percentage	Appl. Method	Product name and number	Specified DFT [µm]	Painting start	Painting finish	Actual DFT [µm]	Consumption [L] Consumption factor	Air temp. [°C] Rel. humidity [%] Steel temp. [°C]	Remark No.
1	Touch up 10-20%	Airless	HEMPADUR 17630-50630	200	2012-03-05 18:30	2012-03-06 17:00	200	220 1.2 - 1.3	17 / 58 / 19	
2	Touch up 10-20%	Airless	HEMPADUR 45182-25150	50	2012-03-08 13:30	2012-03-08 17:00	65	240 1.2 - 1.3	19 / 55 / 22	
3	Touch up 10-20%	Airless	HEMPEL'S ANTIFOULING OLYMPIC 86950-51110	100	2012-03-09 15:00	2012-03-09 17:00	100	360 1.2 - 1.3	21 / 52 / 22	
4	Full coat 100%	Airless	HEMPEL'S ANTIFOULING OLYMPIC 86950-51110	130	2012-03-10 09:30	2012-03-10 16:30	130	1,000 1.2 - 1.3	15 / 75 / 16.5	

Total specified DFT 480 µm

Quality of paint application Good

Expected overall result Good

Photos taken Yes

Weather condition

Date and time	Air temperature	Steel temperature	Dew point	Relative humidity	Weather	Wind
2012-03-05 17:00	18 °C	19 °C	8 °C	55 %	Sunny	Light
2012-03-05 18:30	17 °C	18.5 °C	9 °C	56 %	Overcast	Light
2012-03-06 17:00	20 °C	21 °C	7.5 °C	46 %	Sunny	Light
2012-03-08 12:00	20 °C	22 °C	5 °C	52 %	Sunny	Light

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



2012-03-08 15:30	19 °C	21.5 °C	8 °C	55 %	Sunny	Light
2012-03-09 15:00	21 °C	22 °C	11 °C	52 %	Sunny	Light
2012-03-09 17:00	20 °C	22 °C	12 °C	54 %	Sunny	Light
2012-03-10 09:30	15 °C	17 °C	10 °C	74 %	Partly cloudy	Moderate
2012-03-10 16:30	17 °C	21 °C	12 °C	66 %	Sunny	Moderate
2012-03-20 19:00	18.5 °C	22 °C	5 °C	58 %	Overcast	Moderate



Area details for Boottop

Area size 1000 m²

Substrate Carbon steel

Condition

Observation start 2012-03-03

Observation finish 2012-03-05

Condition indicator	Value	Reason	Other
Oil or other deposits	less than 3% Localized		
Corrosion	6-15% Scattered		
Peeling/detachment	less than 3% Localized		

Photos taken Yes

Surface preparation

Pretreatment start 2012-03-03

Pretreatment finish 2012-03-06

Method	Area treated	Additional information
HP water cleaning	100%	Pressure at pump 200 bar

Quality of surface preparation Good

Photos taken

Yes

Paint application

Application start 2012-03-05 18:30

Application finish 2012-03-09 00:00

Coat	Coat type and percentage	Appl. Method	Product name and number	Specified DFT [µm]	Painting start	Painting finish	Actual DFT [µm]	Consumption [L] Consumption factor	Air temp. [°C] Rel. humidity [%] Steel temp. [°C]	Remark No.
1	Touch up 10-20%	Airless	HEMPADUR 17630-50630	150	2012-03-05 18:30	2012-03-06 17:00	150	100 1.2 - 1.3	17 / 59 / 19	
2	Touch up 10-20%	Airless	HEMPADUR 45182-25150	50	2012-03-08 13:30	2012-03-08 17:00	65	120 1.2 - 1.3	21 / 50 / 22	
3	Full coat 100%		HEMPATEX ENAMEL 56360-50630	35	2012-03-09 11:00	2012-03-09 15:00		200 1.2 - 1.3	18 / 56 / 19	

Total specified DFT 235 µm

Quality of paint application Good

Photos taken Yes

Weather condition

Date and time	Air temperature	Steel temperature	Dew point	Relative humidity	Weather	Wind
2012-03-05 17:00	18 °C	19 °C	8 °C	55 %	Sunny	Light
2012-03-05 18:30	17 °C	18.5 °C	9 °C	56 %	Overcast	Light
2012-03-06 17:00	20 °C	22 °C	8 °C	46 %	Sunny	Light
2012-03-08 11:45	20 °C	22 °C	5 °C	52 %	Sunny	Light
2012-03-08 13:00	21 °C	22 °C	4.5 °C	50 %	Sunny	Light
2012-03-09 11:00	18 °C	19 °C	7 °C	56 %	Sunny	Light
2012-03-09 15:00	21 °C	23 °C	11 °C	52 %	Sunny	Light
2012-03-13 15:00	19 °C	21 °C	8 °C	55 %	Sunny	Light

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



Area details for Topside

Area size 1800 m²

Substrate Carbon steel

Paint application

Application start 2012-03-05 18:30

Application finish 2012-03-09 00:00

Coat	Coat type and percentage	Appl. Method	Product name and number	Specified DFT [µm]	Painting start	Painting finish	Actual DFT [µm]	Consumption [L] Consumption factor	Air temp. [°C] Rel. humidity [%] Steel temp. [°C]	Remark No.
1	Touch up <10%	Airless	HEMPATEX HI-BUILD 46410-11480	100	2012-03-05 18:30	2012-03-06 16:00	100	100 1.2 - 1.3	19 / 48 / 21	
2	Touch up <10%	Airless	HEMPATEX HI-BUILD 46410-50630	100	2012-03-08 11:45	2012-03-08 13:00	100	100 1.2 - 1.3	20 / 51 / 23	
3	Full coat 100%	Airless	HEMPATEX ENAMEL 56360-11480	35	2012-03-09 09:00	2012-03-09 14:00	40	320 1.3 - 1.4	16 / 56 / 17	

Total specified DFT 235 µm

Quality of paint application Good

Expected overall result Good

Photos taken Yes

Weather condition

Date and time	Air temperature	Steel temperature	Dew point	Relative humidity	Weather	Wind
2012-03-05 00:00	18 °C	19 °C	8 °C	55 %	Sunny	Light
2012-03-05 00:00	17 °C	18.5 °C	9 °C	56 %	Overcast	Light
2012-03-06 15:30	20 °C	22 °C	8 °C	46 %	Sunny	Light
2012-03-08 11:45	20 °C	23 °C	5 °C	51 %	Sunny	Light
2012-03-09 09:00	16 °C	17 °C	7 °C	56 %	Sunny	Light
2012-03-09 14:00	21 °C	23 °C	11 °C	52 %	Sunny	Light



Project remarks

Number	Remark
1	Several internal welding burns were affecting the hull after paint work completion. Those areas were surface treated by wire-brushing and coated with only one single coat of primer and one coat of finishing due to tight schedule for undocking the vessel and late steel plates work. Repairs took place till last minute and we expect eventual premature corrosion and poor paint performance on those areas.
2	Vessel was shifted to yard pier premises on 13rs March 2012.



Products used

Flat bottom

Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
8695B-51110	-			100 L
Base batch numbers	222010723			
Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
8695B-51110	-			920 L
Base batch numbers	222010723			
Additive batch numbers				

Vertical bottom

Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
17630-50630	17639-	97330		220 L
Base batch numbers	221087045			
Curing agent batch numbers	221087015			
Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
45182-25150	45187-	98180		240 L
Base batch numbers	222010728			
Curing agent batch numbers	222010224			
Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
86950-51110	-			360 L
Base batch numbers	222021319			
Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
86950-51110	-			1000 L
Base batch numbers	222021319			
Additive batch numbers				

Boottop

Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
17630-50630	17639-	97330		100 L
Base batch numbers	221087045			
Curing agent batch numbers	221087015			
Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
45182-25150	45187-	98180		120 L
Base batch numbers	222010728 221120857			
Curing agent batch numbers	222010224			

Marine Maintenance Report

Vessel:

Project ID:



Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
56360-50630	-			200 L
Base batch numbers	221119342			
Additive batch numbers				

Topside

Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
46410-11480	-			100 L
Base batch numbers	222010624			
Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
46410-50630	-			100 L
Base batch numbers	221120946			
Additive batch numbers				
Product number	Base number	Curing agent	Additive	Consumption
56360-11480	-			320 L
Base batch numbers	222010173			
Additive batch numbers				

Consumption overall

Product name	Product number	Consumption
HEMPEL'S A/F OLYMPIC FB	8695B-51110	1020 L
HEMPADUR	17630-50630	320 L
HEMPADUR	45182-25150	360 L
HEMPEL'S ANTIFOULING OLYMPIC	86950-51110	1360 L
HEMPATEX ENAMEL	56360-50630	200 L
HEMPATEX HI-BUILD	46410-11480	100 L
HEMPATEX HI-BUILD	46410-50630	100 L
HEMPATEX ENAMEL	56360-11480	320 L



Photo legend



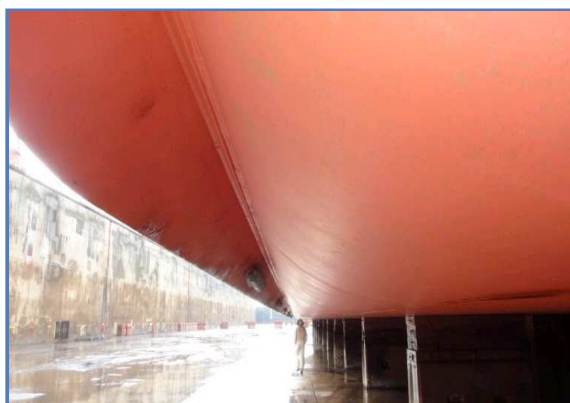
1 Vessel's arrival in DD.



2 SBS-Condition prior to HPFWC.



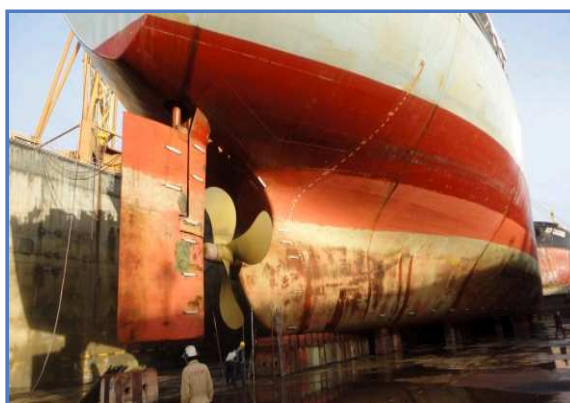
3 SBS-F.B. Condition prior to HPFWC.



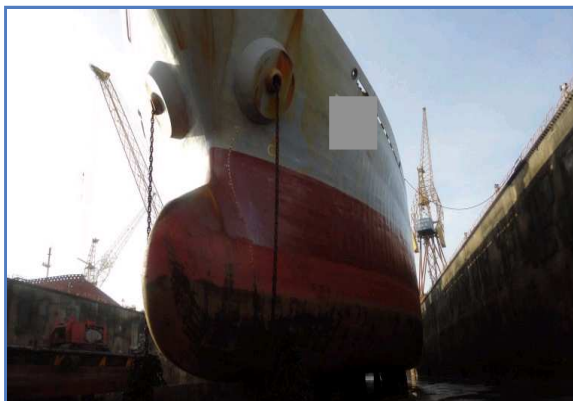
4 PS-Flat Bottom-Same as previous photo.



5 F.B.-Same as previous photo.



6 SBS-Aft part- Condition of this area before HPFWC.



7 PS-Condition prior to HPFWC.



8 SBS-Amidships- Same as previous photo.



9 SBS-Same as previous photo where H.P. is progressing.



10 Pressure at pump outlet.



11 SBS-HPFWC progressing.



12 PS-After HPFWC (A/F leach layer on the ground).



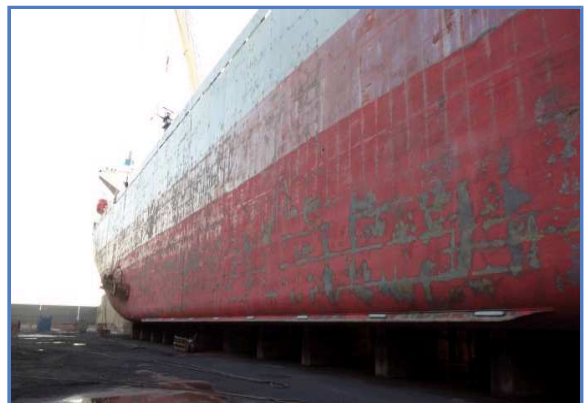
13 SBS-Blasting Sa 2 1/2.



14 Same as previous photo.



15 SBS-Bulbous area-Blasting work.



16 SBS- Quantity of spot blasting area.



17 PS-Same as previous photo.



18 SBS-Same as previous photo.



19 SBS.1st touch ups Hempadur 17630 Grey 11480 progressing.



20



21 F.B. Condition of this area after Hosing Down with fresh water.



22 PS-Topside: 2sd touch ups Hempatex HB 46410 Red 50630; B/T + V.B. 2sd touch ups Hempadur 45182 Yellowish Grey 25150 (sealer coat).



23 SBS-Same as previous photo.



24 SBS-Hempadur 45182 Yellowish Grey progressing.



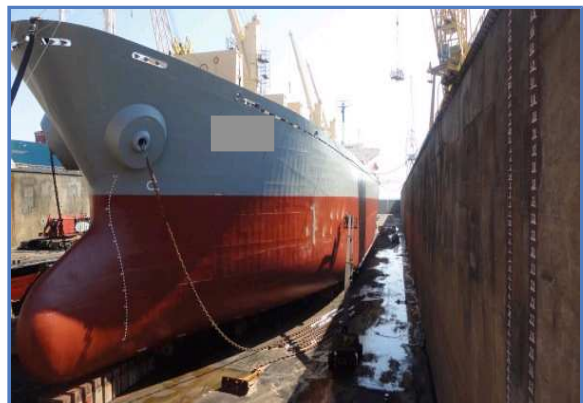
25 SBS-Amount of primer prior to finishing coats.



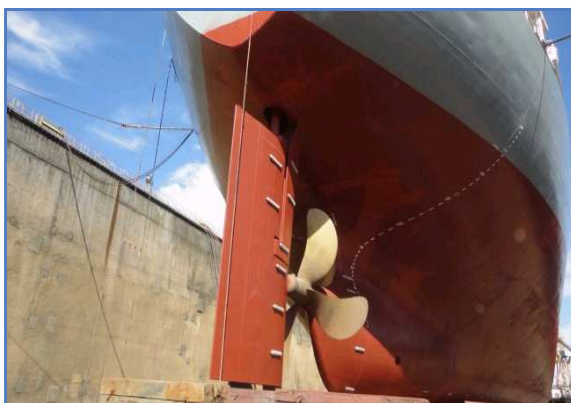
26 Toside finishing coat 56360 Grey 11480; Boottop finishing coat 5636 Red 50630 and AS/F Olympic 86950 Red 51110.



27 SBS- Paint work nearly completed.



28 PS-Same as previous photo.



29 Paint work completed.



30 Paint completed.

7.7.1 - Primário epoxídico: “Hempadur Quattro” 17634
2 componentes



HEMPADUR QUATTRO 17634

17634: BASE 17636: AGENTE DE CURA 97334

Descrição:	HEMPADUR QUATTRO 17634 é uma tinta epoxídica universal de dois componentes que, após cura, proporciona um revestimento duro, com boa resistência à abrasão, água do mar e a vários produtos petrolíferos.
Uso recomendado:	Como primário universal e de aplicação directa ao aço, para sistemas epoxídicos de alto desempenho, em exposição atmosférica ou imersão, incluindo revestimento de tanques de lastro e tanques de carga de hidrocarbonetos, que se pretenda estejam em conformidade com os requisitos IMO-PSPC (resolução MSC.215(82)). Pode ser aplicado em qualquer altura do ano com temperaturas até -10°C e, em oficina, quando se pretenda um rápido recobrimento e manuseio.
Características:	Excelentes propriedades anti-corrosivas e mecânicas Tempo de secagem curto. Cura até -10°C/14°F.
Temperatura de serviço:	Máximo, apenas exposição a seco: 120°C/248°F Em serviço como revestimento em tanques de Água de Lastro. Resiste a temperaturas ambientes normais em ambiente marítimo (Evitar exposições prolongadas a gradientes de temperatura negativos). Outros líquidos: Contactar a HEMPEL
Certificados / Aprovações:	Aprovação PSPC. (consultar a HEMPEL para Certificados específicos) Está de acordo com a Secção 175.300 do Código das Regulamentações Federais dos E.U., Título 21 - Alimentos secos. Consulte a Hempel para informação detalhada. Testado como não contaminante de cargas de cereais no Newcastle Occupational Health & Hygiene, Grã-Bretanha. Aprovado como material de propagação lenta de chamas quando usado como parte de um sistema de pintura pré-definido. Por favor consulte "Declaração de Conformidade" em www.Hempel.com para mais informações.
Disponibilidade:	Faz parte do Assortment do Grupo. Disponibilidade local sujeita a confirmação.

CONSTANTES FÍSICAS:

Nºs de Cor /Cores:	50630*/ Vermelho
Acabamento:	Semi-fosco
Volume de sólidos, %:	72 ± 1
Rendimento teórico:	5.8 m²/l [232.6 sq.ft./US gallon] - 125 micron/5 mils
Ponto de inflamação:	27 °C [80.6 °F]
Massa volúmica:	1.4 kg/litro [11.6 lbs/galão US]
Secagem ao toque:	4 hora(s) aprox. a 20°C/68°F 9 (aprox.) hora(s) 5°C/41°F
Cura completa:	7 dia(s) 20°C/68°C 20 dia(s) 5°C/41°F
Teor de COV:	275 g/l [2.3 lbs/galão US] * outras cores de acordo com o "assortment"

Os valores das constantes físicas são dados nominais de acordo com as fórmulas aprovadas pelo grupo HEMPEL.

PORMENORES DE APLICAÇÃO:

Produto misturado:	17634
Relação de mistura:	BASE 17636: AGENTE DE CURA 97334 4:1 por volume
Método de aplicação:	Pistola airless / Trincha / Rolo
Diluinte (vol.max.):	08450 (5%) / 08450 (5%) / 08450 (5%)
Tempo de vida da mistura (pistola airless):	2 hora(s) 20°C/68°C
Tempo de vida da mistura (trincha):	2 hora(s) 20°C/68°C
Tempo de indução:	- Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Bico:	0.021 - 0.025 "
Pressão no bico:	250 bar [3625 bar] (Os dados para pistola airless são indicativos e sujeitos a ajustamento)
Limpeza das ferramentas:	HEMPEL'S TOOL CLEANER 99610
Espessura seca de filme indicada:	125 micron [5 mils]
Espessura húmida de filme indicada:	175 micron [7 mils]
Intervalo de recobrimento mínimo:	Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Intervalo de recobrimento máximo:	Ver OBSERVAÇÕES no verso.

HEMPEL

Informações Técnicas



HEMPADUR QUATTRO 17634

Segurança:

Manusear com cuidado. Antes e durante a utilização, ler e observar as recomendações dos rótulos das embalagens, consultar as fichas de segurança e seguir a regulamentação local ou nacional relativa a segurança.

PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE: **Aço novo:** Remova óleo e gordura, etc. com um detergente adequado. Remova sais e outros contaminantes através de limpeza com água doce a alta pressão. Decapagem com abrasivo, no mínimo, ao grau Sa 2½ (ISO 8501-1:2007) e com um perfil de rugosidade correspondente ao Rugotest n.º 3, N9a a N10, de preferência BN9a a BN10, Comparador ISO Médio (G) ou Comparador Keane-Tator 2 G/S. Aplique imediatamente após a limpeza. Todos os danos e contaminações do primário de espera causados pelo armazenamento e fabrico deverão ser cuidadosamente removidos antes do recobrimento. Para reparações e retoques utilizar: HEMPADUR QUATTRO 17634.

Tanques de água de lastro e tanques de carga de hidrocarbonetos: Consultar as INSTRUÇÕES DE APLICAÇÃO em separado

Aço, manutenção: Remover sujidades, óleos e gorduras, etc. utilizando um detergente apropriado. Remover sais e outros contaminantes por lavagem com água doce a alta pressão. Tratar as áreas danificadas utilizando ferramentas mecânicas ao Grau St3 (pequenas áreas) ou por decapagem com abrasivo ao grau mínimo Sa 2, de preferência ao grau Sa 2 1/2. Quanto melhor for o tratamento de superfície, melhor será o desempenho da tinta aplicada. Como alternativa ao tratamento a seco, pode ser efectuada hidro-decapagem até à obtenção de uma superfície bem aderente ou até ao aço. A superfície obtida deverá apresentar-se com rugosidade após a hidrodecapagem. O grau obtido da hidrodecapagem até ao aço deverá ser Wa 2 - Wa 2 1/2 (para exposição atmosférica), no mínimo Wa 2 1/2 (para imersão) (ISO 8501-4:2006). Antes da aplicação, é aceitável um grau de flor de ferrugem correspondente no máximo a M (exposição atmosférica) /M, de preferência L (imersão) (ISO 8501-4:2006). Lixar arestas de modo a obter áreas coesas e intactas. Remover resíduos. Retocar para atingir a espessura do filme recomendada. Em superfícies com corrosão perfurante, depósitos excessivos de sais poderão exigir hidro-decapagem, ou em alternativa decapagem por via seca, lavagem com água doce alta pressão, seguida de nova decapagem por via seca, após a superfície ter secado completamente.

Outros substratos: contacte a Hempel.

CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO: Utilizar apenas quando a aplicação e cura se puder processar a temperaturas acima de: -10°C/14°F. A temperatura da tinta deverá estar acima de: 15°C/59°F. Aplicar, somente, em superfícies completamente limpas e secas, com temperaturas acima do ponto de orvalho para evitar condensações. Durante a aplicação e secagem em espaços confinados, providenciar ventilação adequada.

DEMÃO ANTERIOR:: Não tem, ou de acordo com a especificação. Se o produto for diluído em 25-30%, o mesmo pode ser utilizado como primário de decapagem antes da aplicação total do produto.

DEMÃO SEGUINTE: De acordo com a especificação.

OBSERVAÇÕES:

Cores/Estabilidade das cores: Tem tendência a amarelar após a aplicação. Tal não influenciará o desempenho.
Exposição atmosférica/ A tendência natural dos produtos epoxídicos para gizar em exposição exterior, e em tornarem-se mais sensíveis a danos mecânicos e ataques químicos quando expostos a elevadas temperaturas, reflecte-se também neste produto.
Temperaturas de serviço:

Tempo de indução: Por forma a facilitar as propriedades de aplicação das tintas, é recomendado que após mistura cuidadosa da BASE e AGENTE DE CURA, se deixe a mesma pré-reagir antes da aplicação a temperaturas inferiores a: 15°C/59°F.

Tempo de vida da tinta misturada:

3 horas - 15°C/59°F, 2 horas - 20°C/68°F, 1.5 hour - 25°C/77°F, 1 hour - 30°C/86°F

A viscosidade poderá ser excessiva para a aplicação airless, a temperaturas abaixo de: 15°C/59°F.

Temperaturas acima de 30°C/86°F devem, de preferência, ser evitadas.

Espessura de filme/diluição: No caso da utilização de pistola airless de dupla alimentação, consultar as INSTRUÇÕES DE APLICAÇÃO em separado.

Poderá ser especificado noutra espessura seca para além da indicada, dependendo do fim a que se destina e da zona de utilização. Deste modo o rendimento será alterado e poderá influenciar o tempo de secagem e o intervalo de recobrimento. A gama normal é de: 100-200 micron/4-8 mils. Para tanques de água de lastro e tanques de carga de hidrocarbonetos ainda novos, a espessura mínima de filme seco especificada é de: 2 x 160 micron. (Consultar as INSTRUÇÕES DE APLICAÇÃO em separado)

Cores: Para além de uma gama de cores standard estão disponíveis várias cores pigmentadas com alumínio. As cores com maior teor de alumínio podem ter Volume de Sólidos e COV ligeiramente diferentes das cores standard. Para além disso o produto está disponível em cores especiais com reforço de pigmentação e micro-fibras para uma maior durabilidade em condições de serviço severas.



HEMPADUR QUATTRO 17634

Recobrimento:

Intervalos de recobrimento relacionados com condições posteriores de exposição: Se o intervalo máximo de recobrimento for excedido, deverá ser criada uma certa rugosidade na superfície para assegurar a adesão intercamadas.

Antes do recobrimento após exposição prolongada em atmosfera poluída, remover a contaminação acumulada através de lavagem com água doce a alta pressão e deixar secar a superfície.

Uma especificação prevalece sobre quaisquer intervalos de recobrimento orientativos indicados na tabela.

Ambiente	Atmosférico, moderado					
	-10°C (14°F)		0°C (32°F)		20°C (68°F)	
Temperatura da superfície:	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
HEMPADUR	36 h	90 d	18 h	90 d	4 h	30 d
HEMPATEX	36 h	68 h	18 h	34 h	4 h	8 h
HEMPATHANE	36 h	90 d	18 h	90 d	4 h	20 d
Ambiente	Imersão					
HEMPADUR	36 h	90 d	18 h	90 d	4 h	30 d

NR = Não Recomendado, Ext. = Prolongado, None = Não tem, m = minuto(s), h = hora(s), d = dia(s)

Nota:

HEMPADUR QUATTRO 17634 Destinado exclusivamente ao uso profissional.

EMIÇÃO:

HEMPEL A/S
1763450630

Esta Informação Técnica anula as previamente emitidas.

Para definição e âmbito, consultar as notas explicativas das Informações Técnicas de produtos, disponíveis em www.hempel.com.

Os dados, especificações, instruções e recomendações apresentadas nesta ficha técnica representam apenas o resultado de testes ou a experiência obtida em condições bem definidas e controladas. A exactidão, a exaustividade e a adequabilidade dos dados constantes, nas condições reais de utilização dos produtos, são determinadas exclusivamente pelo Comprador e/ou Utilizador.

O fornecimento de produtos e a prestação de assistência técnica são feitos ao abrigo do estabelecido nas CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA, ENTREGA e ASSISTÊNCIA da Hempel, excepto se diferentemente acordado, por escrito. O Produtor e Vendedor não assume, e o Comprador e/ou Utilizador renuncia a qualquer reclamação ou responsabilidade, incluindo mas não limitado a negligência, excepto conforme expresso nas CONDIÇÕES GERAIS por resultados, prejuízos directos ou indirectos, decorrentes do uso dos produtos conforme recomendado acima, no verso, ou de qualquer outro modo. Estes dados podem ser alterados sem aviso prévio e perdem efeito cinco anos após a data de emissão desta ficha técnica.

7.7.2 - Demão de ligação / “Tie-coat”, Silicone, “Hempasil Nexus” 27310
3 componentes



Informação Técnica

HEMPASIL NEXUS 27310

FOULING RELEASE TIECOAT
27310: BASE 27319: AGENTE DE CURA 98100: Aditivo 99701

Descrição:	HEMPASIL NEXUS 27310 é um produto de três componentes, baseado em silicone, utilizado com demão de ligação.
Uso recomendado:	Como demão de ligação nos sistemas HEMPAGUARD® / HEMPASIL, assegurando a aderência entre o sistema anticorrosivo e o acabamento HEMPAGUARD® / HEMPASIL.
Disponibilidade:	Faz parte do Assortment do Grupo. Disponibilidade local sujeita a confirmação.
CONSTANTES FÍSICAS:	
Nºs de Cor /Cores:	55001 / Vermelho Claro
Acabamento:	Fosco
Volume de sólidos, %:	56
Rendimento teórico:	5.6 m ² /l [224.6 sq.ft./US gallon] - 100 micron/4 mils
Ponto de inflamação:	40 °C [104 °F]
Massa volúmica:	1.3 kg/litro [11.1 lbs/galão US]
Secagem ao toque:	1 - 2 hora(s) 20°C/68°C
Cura completa:	7 dia(s) 20°C/68°C
Teor de COV:	387 g/l [3.2 lbs/galão US]
Tempo de armazenagem:	1.5 anos para BASE 27319, 1 ano para AGENTE DE CURA 98100 e 1.5 anos para Aditivo 99701, a partir da data de produção. O tempo de armazenagem é reduzido a temperaturas de armazenamento superiores a: 25°C/77°F. <i>Os valores das constantes físicas são dados nominais de acordo com as fórmulas aprovadas pelo grupo HEMPEL.</i>

PORMENORES DE APLICAÇÃO:

Produto misturado:	27310
Relação de mistura:	BASE 27319: AGENTE DE CURA 98100: Aditivo 99701 16.8:2.3:0.9 por volume (Ver OBSERVAÇÕES no verso.)
Método de aplicação:	Pistola airless / Trincha/Rolo (retoque) Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Diluinte (vol.max.):	Não diluir (Ver OBSERVAÇÕES no verso.)
Tempo de vida da mistura:	1 hora(s) 20°C/68°C depois da adição de HEMPASIL CROSSLINKER 98100 e Aditivo 99701
Bico:	0.019 - 0.021
Pressão no bico:	150 bar [2175 bar] (Os dados para pistola airless são indicativos e sujeitos a ajustamento)
Limpeza das ferramentas:	HEMPEL'S DILUENTE 08080 (Ver OBSERVAÇÕES no verso.)
Espessura seca de filme indicada:	100 micron [4 mils] / 4 mils
Espessura húmida de filme indicada:	175 micron [7 mils] / 7 mils
Intervalo de recobrimento mínimo:	De acordo com a especificação.
Intervalo de recobrimento máximo:	De acordo com a especificação.
Segurança:	Manusear com cuidado. Antes e durante a utilização, ler e observar as recomendações dos rótulos das embalagens, consultar as fichas de segurança e seguir a regulamentação local ou nacional relativa a segurança.



HEMPASIL NEXUS 27310

PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE:	Nova construção: De acordo com a especificação. Manutenção, sistemas F/R antigos: Possível reparação pontual com sistema HEMPADUR especificado, seguido de aplicação pontual do produto. De acordo com a especificação.
CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO:	Utilizar apenas quando a aplicação e cura se puder processar a temperaturas acima de: 10°C/50°F. As temperaturas da superfície e da própria tinta deverão estar também acima deste limite. Aplicar, somente, em superfícies completamente limpas e secas, com temperaturas acima do ponto de orvalho para evitar condensações. Durante a aplicação e secagem em espaços confinados, providenciar ventilação adequada. Durante a aplicação e a cura: Humidade relativa mínima: 30%. Humidade relativa máxima: 85%.
DEMÃO ANTERIOR::	De acordo com a especificação. Sistemas recomendados: HEMPADUR
DEMÃO SEGUINTE:	De acordo com a especificação. Sistemas recomendados: HEMPAGUARD® ou HEMPASIL
OBSERVAÇÕES:	É da maior importância que procedimentos cuidados de limpeza e protecção sejam seguidos antes e depois da aplicação, respectivamente. É recomendável aplicar HEMPAGUARD® / SISTEMA HEMPASIL depois de completadas todas as outras aplicações de pintura em exterior, por forma a evitar a contaminação com silicone das restantes superfícies pintadas. Antes da aplicação proteger todas as superfícies adjacentes às áreas a serem pintadas com protecções plásticas. Depois da aplicação limpar em profundidade todos os equipamentos utilizados.
Aplicação:	É necessária uma aplicação à pistola correctamente efectuada. A tinta tem propriedades de aplicação especiais e recomendamos que inicialmente se pinte apenas uma pequena área, por forma ao aplicador se familiarizar com estas propriedades de aplicação. Esta folha técnica indica as principais orientações e recomendações. Para mais detalhes, a correspondente ESPECIFICAÇÃO DE PINTURA deverá ser consultada e rigorosamente observada durante a execução da obra.
Espessura de filme/diluição:	Não recomendado. Em circunstâncias excepcionais utilizar DILUENTE 08080 (máximo 5% volume).
Limpeza das ferramentas:	É necessária limpeza profunda com DILUENTE 08080.
	ENVIAR PARA RECICLAGEM OS SOLVENTES DE LIMPEZA APÓS UTILIZAÇÃO NÃO VOLTE A UTILIZAR SOLVENTES APÓS A LIMPEZA.
Condições de armazenagem:	Deverá ser armazenado em instalações completamente secas e protegido de humidade condensada.
Observações para recobrimento:	É recomendada normalmente uma demão.
Nota:	HEMPASIL NEXUS 27310 Destinado exclusivamente ao uso profissional.
EMIÇÃO:	HEMPEL A/S

2731055001

Esta Informação Técnica anula as previamente emitidas.

Para definição e âmbito, consultar as notas explicativas das Informações Técnicas de produtos, disponíveis em www.hempel.com.

Os dados, especificações, instruções e recomendações apresentadas nesta ficha técnica representam apenas o resultado de testes ou a experiência obtida em condições bem definidas e controladas. A exactidão, a exaustividade e a adequabilidade dos dados constantes, nas condições reais de utilização dos produtos, são determinadas exclusivamente pelo Comprador e/ou Utilizador.

O fornecimento de produtos e a prestação de assistência técnica são feitos ao abrigo do estabelecido nas CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA, ENTREGA e ASSISTÊNCIA da Hempel, excepto se diferentemente acordado, por escrito. O Produtor e Vendedor não assume, e o Comprador e/ou Utilizador renuncia a qualquer reclamação ou responsabilidade, incluindo mas não limitado a negligência, excepto conforme expresso nas CONDIÇÕES GERAIS por resultados, prejuízos directos ou indirectos, decorrentes do uso dos produtos conforme recomendado acima, no verso, ou de qualquer outro modo.

Estes dados podem ser alterados sem aviso prévio e perdem efeito cinco anos após a data de emissão desta ficha técnica.

HEMPEL
Informações Técnicas

7.7.3 - Antivegetativo autopolimentante para “boottop”: “Hempel’s A/F Globic” 6000
75950, monocomponente



HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC 6000 75950

Descrição:

HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC 6000 é um anti-incrustante autopolimentante SPC com alto teor de sólidos, quimicamente hidrolisável, baseado numa Tecnologia de Nano-Acrilatos (NAT). GLOBIC 6000 proporciona um baixo coeficiente de atrito e a activação imediata do efeito de auto-polimento para um óptimo desempenho logo a partir do primeiro dia de imersão. Um reforço de fibras inorgânicas na matriz resinosa confere ao produto resistência mecânica melhorando a prevenção de fissuras e despelamentos.

Este produto não contém compostos organoestânicos actuando como biocidas e está em conformidade com a International Convention on the Control of Harmful Antifouling Systems on Ships, adoptada pela IMO October 2001 (IMO document AFS/CONF/26).

Uso recomendado:

Para novas construções e manutenção de fundos e linha de água de navios com intervalos de docagem de até 60 meses.

Disponibilidade:

Faz parte do Assortment do Grupo. Disponibilidade local sujeita a confirmação.

CONSTANTES FÍSICAS:

Nºs de Cor /Cores:	51110* / Vermelho, Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Acabamento:	Fosco
Volume de sólidos, %:	58 ± 1
Rendimento teórico:	5.8 m ² /l [232.6 sq.ft./US gallon] - 100 micron/4 mils
Ponto de inflamação:	24 °C [75.2 °F]
Massa volúmica:	1.8 kg/litro [14.7 g/litros]
Secagem ao toque:	4 - 5 hora(s) 20°C/68°C
Teor de COV:	383 g/l [3.2 g/litros]

* outras cores de acordo com o "assortment"

Os valores das constantes físicas são dados nominais de acordo com as fórmulas aprovadas pelo grupo HEMPEL.

PORMENORES DE APLICAÇÃO:

Método de aplicação:	Pistola airless Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Diluyente (vol.max.):	08080 (5%) Utilizar apenas em circunstâncias excepcionais.
Bico:	0.027 - 0.031 "
Pressão no bico:	270 bar [3915 bar] (Os dados para pistola airless são indicativos e sujeitos a ajustamento)
Limpeza das ferramentas:	HEMPEL'S DILUENTE 08080
Espessura seca de filme indicada:	100 micron [4 mils] Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Espessura húmida de filme indicada:	175 micron [7 mils]
Intervalo de recobrimento mínimo:	De acordo com a especificação.
Intervalo de recobrimento máximo:	De acordo com a especificação.

Segurança:

Manusear com cuidado. Antes e durante a utilização, ler e observar as recomendações dos rótulos das embalagens, consultar as fichas de segurança e seguir a regulamentação local ou nacional relativa a segurança.



HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC 6000 75950

PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE: De acordo com a especificação.

Anti-incrustante autopolimentante ou ablativo antigo: Remova óleo e gordura, etc. com um detergente adequado, seguido de uma limpeza com água fresca a alta pressão para uma remoção profunda de qualquer estrutura débil de anti-incrustante lixiviado. Deixe a superfície secar antes de revestir.

Selante: A utilização de uma demão de selante/"tiecoat" depende do tipo e estado do anti-incrustante existente.

CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO: Aplicar, somente, em superfícies completamente limpas e secas, com temperaturas acima do ponto de orvalho para evitar condensações. Durante a aplicação e secagem em espaços confinados, providenciar ventilação adequada.

DEMÃO ANTERIOR:: De acordo com a especificação. Sistemas recomendados: HEMPADUR 45182 ou HEMPADUR 47182.

DEMÃO SEGUINTE: Não tem, ou de acordo com a especificação.

OBSERVAÇÕES: Este produto contém partículas pesadas. Mexer bem antes de utilizar. Ao providenciar uma constante superfície activa durante o seu período de vida, este anti-incrustante sacrifica-se gradualmente no processo.

Cores/Estabilidade das cores: A cor inicial do produto pode variar no âmbito da mesma tonalidade de um fabrico para outro. Após exposição à água do mar, a cor inicial pode variar no âmbito da mesma tonalidade. Este fenómeno não influenciará as propriedades anti-incrustantes do produto.

Cascos de alumínio **Pode ser especificado em cascos de alumínio desde que seja aplicado um sistema anticorrosivo eficiente, constituído, no mínimo, por duas demãos com uma espessura de 150 µm cada. O sistema anticorrosivo deverá permanecer intacto durante o serviço por forma a evitar a corrosão do alumínio causada pelo teor de óxido cuproso contido na tinta.**

Equipamento de aplicação: Equipamento de projecção airless standard de alto desempenho:
Relação de compressão na bomba: mín. 45:1 (ver Nota em baixo)
Saída da bomba: mín. 12 litros/minutos (teórico)
Mangueiras de projecção: máx. 15 metros, 3/8" de diâmetro interno; máx. 3 metros, 1/4" de diâmetro interno
Nota: Se forem necessárias mangueiras de projecção mais compridas, pode acrescentar-se até 50 metros (1/2" de diâmetro interno). A relação de compressão na bomba tem de ser aumentada para 60:1 ou mais. No entanto, a alta capacidade de saída da bomba deverá ser mantida. Recomenda-se a utilização de um **bico reversível**.

Filtro: O filtro do tanque de compensação e o filtro de ponteira deverão ser removidos.
Espessura de filme/diluição: Poderá ser especificado noutra espessura seca para além da indicada, dependendo do fim a que se destina e da zona de utilização. Deste modo o rendimento será alterado e poderá influenciar o tempo de secagem e o intervalo de recobrimento. A gama normal é de: 80-150 micron/3.2-6 mils
Intervalo para alagamento da doca: O intervalo mínimo para alagamento da doca dependerá do número de demãos aplicadas, da temperatura geral e das condições futuras de exposição/serviço. Para mais informações, por favor consulte a especificação de pintura correspondente. O intervalo máximo para alagamento da doca dependerá das condições atmosféricas (radiação UV, temperatura, grau de poluição atmosférica, etc.).

Exposição atmosférica até 6 meses normalmente não representa qualquer problema, no entanto situações de contaminação extraordinárias poderão impor a necessidade de uma lavagem com água doce a alta pressão - contactar a HEMPEL.

Observações para recobrimento: Conforme especificação, dependendo da condição do casco do navio, águas navegadas e tempo de serviço pretendido.

Não tem intervalo máximo de recobrimento, no entanto, após exposição prolongada a uma atmosfera poluída, remover a contaminação acumulada através de lavagem com água doce a alta pressão e deixar secar a superfície antes de aplicar a demão seguinte.

Nota: **HEMPEL'S ANTIFOULING GLOBIC 6000**

75950 Destinado exclusivamente ao uso profissional.

EMIÇÃO: HEMPEL A/S

7595051110

Esta Informação Técnica anula as previamente emitidas.

Para definição e âmbito, consultar as notas explicativas das Informações Técnicas de produtos, disponíveis em www.hempel.com.

Os dados, especificações, instruções e recomendações apresentadas nesta ficha técnica representam apenas o resultado de testes ou a experiência obtida em condições bem definidas e controladas. A exactidão, a exaustividade e a adequabilidade dos dados constantes, nas condições reais de utilização dos produtos, são determinadas exclusivamente pelo Comprador e/ou Utilizador.

O fornecimento de produtos e a prestação de assistência técnica são feitos ao abrigo do estabelecido nas CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA, ENTREGA e ASSISTÊNCIA da Hempel, excepto se diferentemente acordado, por escrito. O Produtor e Vendedor não assume, e o Comprador e/ou Utilizador renuncia a qualquer reclamação ou responsabilidade, incluindo mas não limitado a negligência, excepto conforme expresso nas CONDIÇÕES GERAIS por resultados, prejuízos directos ou indirectos, decorrentes do uso dos produtos conforme recomendado acima, no verso, ou de qualquer outro modo.

Estes dados podem ser alterados sem aviso prévio e perdem efeito cinco anos após a data de emissão desta ficha técnica.

HEMPEL

Informações Técnicas

7.7.4 - Antiaderente Silicone “Hempaguard” X7 89900
2 componentes



HEMPAGUARD X7 89900

89900: BASE 89909: CROSSLINKER 98980

Descrição:

HEMPAGUARD X7 89900 é um antiaderente avançado baseado na tecnologia ActiGuard® que utiliza o efeito conjunto do inovador hidrogel de silicone com um biocida eficaz na prevenção de incrustações o que potencia a barreira protectora e prolonga o período livre de incrustações. HEMPAGUARD X7 possui assim um elevado potencial de economia de combustível e é também especialmente indicado para navios que operam com intervalos de serviço longos (até 90 meses) e/ou muito longas estadias em porto (até 120 dias). HEMPAGUARD X7 89900 é um antiaderente avançado com alto teor de sólidos. Baseado em silicone, cura após adição de CROSSLINKER 98980.

Uso recomendado:

Para todo o tipo de navios, sem limitação de velocidade de serviço. O produto é também indicado para navios navegando a velocidades baixas ou muito baixas. Este produto não contém compostos organoestânicos actuando como biocidas e está em conformidade com a International Convention on the Control of Harmful Antifouling Systems on Ships, adoptada pela IMO em Outubro de 2001 (documento IMO AFS/CONF/26).

Disponibilidade:

Faz parte do Assortment do Grupo. Disponibilidade local sujeita a confirmação.

CONSTANTES FÍSICAS:

Nºs de Cor /Cores:	59161/ Vermelho
Acabamento:	brilhante
Volume de sólidos, %:	70 ± 1
Rendimento teórico:	4.7 m ² /l [188.5 sq.ft./US gallon] - 150 micron/6 mils
Ponto de inflamação:	28 °C [82.4 °F]
Massa volúmica:	1 kg/litro [8.6 lbs/galão US]
Secagem ao toque:	3 hora(s) , 20°C/68°C
Cura completa:	7 dia(s) , 20°C/68°C
Teor de COV:	259 g/l [2.1 lbs/galão US]
Tempo de armazenagem:	2 ano (25°C/77°F) para BASE e 1 ano (25 °C) para CROSSLINKER (25°C/77°F) desde a data de produção. Dependendo das condições de armazenamento, agitação mecânica poderá ser necessária antes da utilização.

Os valores das constantes físicas são dados nominais de acordo com as fórmulas aprovadas pelo grupo HEMPEL.

PORMENORES DE APLICAÇÃO:

Produto misturado:	89900
Relação de mistura:	BASE 89909: CROSSLINKER 98980 17.8 : 2.2 por volume
Método de aplicação:	Pistola airless / Trincha/Rolo (retoque), Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Diluinte (vol.max.):	Não diluir (Ver OBSERVAÇÕES no verso.)
Tempo de vida da mistura:	1 hora(s) 20°C/68°C depois da adição de CROSSLINKER
Bico:	0.019 - 0.021 "
Pressão no bico:	150 bar [2175 bar] (Os dados para pistola airless são indicativos e sujeitos a ajustamento)
Limpeza das ferramentas:	HEMPEL'S DILUENTE 08080
Espessura seca de filme indicada:	150 micron [6 mils]
Espessura húmida de filme indicada:	225 micron [9 mils]
Intervalo de recobrimento mínimo:	De acordo com a especificação.
Intervalo de recobrimento máximo:	De acordo com a especificação.
Segurança:	Manusear com cuidado. Antes e durante a utilização, ler e observar as recomendações dos rótulos das embalagens, consultar as fichas de segurança e seguir a regulamentação local ou nacional relativa a segurança.



HEMPAGUARD X7 89900

CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO:	Aplicar, somente, em superfícies completamente limpas e secas, com temperaturas acima do ponto de orvalho para evitar condensações. Durante a aplicação e secagem em espaços confinados, providenciar ventilação adequada. Utilizar apenas quando a aplicação e cura se puder processar a temperaturas acima de: 0°C/32°F. As temperaturas da superfície e da própria tinta deverão estar também acima deste limite. A cura requer uma humidade relativa de: mínimo 30%, máximo 85%. As propriedades especiais de aplicação requerem ainda uma consideração adicional quanto a um possível clima ventoso. Deve consultar-se o representante da Hempel no local.
DEMÃO ANTERIOR::	De acordo com a especificação. Sistemas recomendados: HEMPASIL tiecoat
DEMÃO SEGUINTE:	De acordo com a especificação.
OBSERVAÇÕES:	É da maior importância que procedimentos cuidados de limpeza e protecção sejam seguidos antes e depois da aplicação, respectivamente. É recomendável aplicar a demão de ligação "tiecoat" e a demão de acabamento depois de completadas todas as outras aplicações de pintura em exterior, por forma a evitar a contaminação com silicone das restantes superfícies pintadas. Antes da aplicação proteger todas as superfícies adjacentes às áreas a ser pintadas com protecções plásticas. Depois da aplicação limpar em profundidade todos os equipamentos utilizados.
Aplicação:	É necessária uma aplicação à pistola correctamente efectuada. A tinta tem propriedades de aplicação especiais e recomendamos que inicialmente se pinte apenas uma pequena área, por forma ao aplicador se familiarizar com estas propriedades de aplicação.
Espessura de filme/diluição:	Diluição: Normalmente não deverá ser diluído. Não recomendado. Em circunstâncias excepcionais utilizar DILUENTE 08080 (máximo 5% volume)
Limpeza das ferramentas:	É necessária limpeza profunda com DILUENTE 08080. ENVIAR PARA RECICLAGEM OS SOLVENTES DE LIMPEZA APÓS UTILIZAÇÃO NÃO VOLTE A UTILIZAR SOLVENTES APÓS A LIMPEZA.
Condições de armazenagem:	Deverá ser armazenado em instalações completamente secas e protegido de humidade condensada.
Intervalo para alagamento da doca:	Mínimo: 24 hora(s) Mínimo: 48 hora(s), 10°C/50°F
Observações para recobrimento:	Conforme especificação, dependendo da condição do casco do navio, águas navegadas e tempo de serviço pretendido.
Nota:	HEMPAGUARD X7 89900 Destinado exclusivamente ao uso profissional.
EMIÇÃO:	HEMPEL A/S

8990059161

Esta Informação Técnica anula as previamente emitidas.

Para definição e âmbito, consultar as notas explicativas das Informações Técnicas de produtos, disponíveis em www.hempel.com.

Os dados, especificações, instruções e recomendações apresentadas nesta ficha técnica representam apenas o resultado de testes ou a experiência obtida em condições bem definidas e controladas. A exactidão, a exaustividade e a adequabilidade dos dados constantes, nas condições reais de utilização dos produtos, são determinadas exclusivamente pelo Comprador e/ou Utilizador.

O fornecimento de produtos e a prestação de assistência técnica são feitos ao abrigo do estabelecido nas CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA, ENTREGA e ASSISTÊNCIA da Hempel, excepto se diferentemente acordado, por escrito. O Produtor e Vendedor não assume, e o Comprador e/ou Utilizador renuncia a qualquer reclamação ou responsabilidade, incluindo mas não limitado a negligência, excepto conforme expresso nas CONDIÇÕES GERAIS por resultados, prejuízos directos ou indirectos, decorrentes do uso dos produtos conforme recomendado acima, no verso, ou de qualquer outro modo.

Estes dados podem ser alterados sem aviso prévio e perdem efeito cinco anos após a data de emissão desta ficha técnica.

7.7.5 - Acabamento poliuretano, “topside”: Hempthane Topcoat 55210
2 componentes



Informação Técnica

HEMPATHANE TOPCOAT 55210

55210: BASE 55219: AGENTE DE CURA 95370

Descrição:	HEMPATHANE TOPCOAT 55210 é um revestimento de poliuretano, de dois componentes, curado com isocianatos alifáticos, com boa retenção de brilho e cor.
Uso recomendado:	Como acabamento para protecção de estruturas em aço expostas a ambientes severamente corrosivos, quando se pretende uma retenção de cor e brilho óptimos. Temperatura mínima de cura -10°C.
Temperatura de serviço:	Máximo, apenas exposição a seco: 120°C/248°F Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Certificados / Aprovações:	Aprovado como material de propagação lenta de chamas quando usado como parte de um sistema de pintura pré-definido. Por favor consulte "Declaração de Conformidade" em www.Hempel.com para mais informações. Está de acordo com a Directiva EU 2004/42/CE: subcategoria j. Faz parte do Assortment do Grupo. Disponibilidade local sujeita a confirmação.
Disponibilidade:	
CONSTANTES FÍSICAS:	
Nºs de Cor /Cores:	10000*/ Branco.
Acabamento:	brilhante
Volume de sólidos, %:	51 ± 1
Rendimento teórico:	10.2 m²/l [409 sq.ft./US gallon] - 50 micron/2 mils
Ponto de inflamação:	33 °C [91.4 °F]
Massa volúmica:	1.2 kg/litro [10.1 lbs/galão US]
Secagem superficial:	2.5 hora(s) aprox. a 20°C/68°F
Secagem ao toque:	8 hora(s) aprox. a 20°C/68°F
Cura completa:	7 dia(s) 20°C/68°C
Teor de COV:	442 g/l [3.7 lbs/galão US] <i>*Extensa gama de cores disponível através do sistema MULTI-TINT</i> <i>Os valores das constantes físicas são dados nominais de acordo com as fórmulas aprovadas pelo grupo HEMPEL.</i>
PORMENORES DE APLICAÇÃO:	
Produto misturado:	55210
Relação de mistura:	BASE 55219: AGENTE DE CURA 95370 7:1 por volume
Método de aplicação:	Pistola airless / Trincha
Diluyente (vol.max.):	Ver OBSERVAÇÕES no verso. / 08080 (5%)
Tempo de vida da mistura:	4 hora(s) 20°C/68°C
Bico:	0.017 - 0.019 "
Pressão no bico:	150 bar [2175 bar] (Os dados para pistola airless são indicativos e sujeitos a ajustamento)
Limpeza das ferramentas:	HEMPEL'S DILUENTE 08080 ou 08510
Espessura seca de filme indicada:	50 micron [2 mils] Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Espessura húmida de filme indicada:	100 micron [4 mils]
Intervalo de recobrimento mínimo:	Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Intervalo de recobrimento máximo:	Ver OBSERVAÇÕES no verso.
Segurança:	Manusear com cuidado. Antes e durante a utilização, ler e observar as recomendações dos rótulos das embalagens, consultar as fichas de segurança e seguir a regulamentação local ou nacional relativa a segurança.



HEMPATHANE TOPCOAT 55210

PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIE: De acordo com a especificação.

CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO: Aplique apenas numa superfície seca e limpa a uma temperatura superior ao ponto de orvalho para evitar a condensação. A temperatura mínima de cura é de: -10°C/14°F. No ponto de solidificação e abaixo, tenha em atenção o risco de formação de gelo na superfície, o qual irá impedir a aderência. A formação de película pode ser negativamente afectada por chuvas ligeiras, humidade elevada e/ou condensação durante a aplicação e o intervalo subsequente após a aplicação: 10 horas, 20°C/68°C

Em espaços confinados providenciar uma ventilação adequada durante a aplicação e a secagem.

DEMÃO ANTERIOR:: De acordo com a especificação. Sistemas recomendados: HEMPADUR45141/45143, HEMPADUR MASTIC 45880/45881

DEMÃO SEGUINTE: Não tem.

OBSERVAÇÕES:

COV - Directiva EU 2004/42/EC:

Produto	Conforme fornecido	10 % vol. diluição	Limite fase II, 2010
5521010000	442 g/l	483 g/l	500 g/l

Para os COV de outras cores consultar p.f. a Ficha de Segurança do Produto.

Cores/Estabilidade das cores: A estabilidade da cor nalgumas tonalidades poderá ser afectada pela exposição a ambientes quimicamente agressivos. Tal não influenciará o desempenho do revestimento. Para algumas cores (amarelos, vermelhos, laranjas, verdes, etc.), poderão ser necessárias demãos adicionais para obter total opacidade.

Nas cores pigmentadas com alumínio sujeitas a atrito ou a humidade elevada/água podem ocorrer variações/descoloração superficial. Tal não influenciará o desempenho. Este fenómeno pode ser evitado através da aplicação de um verniz incolor.

Exposição atmosférica/ Temperaturas de serviço: A temperaturas de serviço superiores a 100°C/212°F, pode verificar-se uma ligeira descoloração.

Espessura de filme/diluição:

O tipo e quantidade de diluente dependem das condições de aplicação, do método de aplicação, da temperatura, da ventilação e do substrato. THINNER 08080 é recomendado, de forma geral.

Pistola airless: 5-10% recomenda-se a diluição. Em condições extremas, para obter uma formação de película satisfatória, poderá ser necessário diluir mais de 20%.

Pistola electrostática: 10% recomenda-se a diluição. Contacte a HEMPEL para mais informações. Poderá ser especificado noutra espessura seca para além da indicada, dependendo do fim a que se destina e da zona de utilização. Deste modo o rendimento será alterado e poderá influenciar o tempo de secagem e o intervalo de recobrimento. A gama normal é de: 40-75 micron/1.6-3 mils.

Cores: Este produto encontra-se disponível em diversas tonalidades pigmentadas com alumínio com diferentes teores de volume de sólidos. Contacte a HEMPEL para mais informações.

Agente de Cura: CURING AGENT 95370: é sensível à humidade.

A presença de vestígios de água na tinta após mistura, mesmo em pequenas quantidades, reduzirá o tempo de vida da mistura e poderá ocasionar defeitos na película.

Abrir as latas de Agente de Cura com cuidado, pois poderão estar sujeitas a alta pressão. Armazenar em local seco e manter a tampa completamente fechada até utilização.

Recobrimento: Intervalos de recobrimento relacionados com condições posteriores de exposição: Se o intervalo máximo de recobrimento for excedido, deverá ser criada uma certa rugosidade na superfície para assegurar a adesão intercamadas.

Antes do recobrimento após exposição prolongada em atmosfera poluída, remover a contaminação acumulada através de lavagem com água doce a alta pressão e deixar secar a superfície.

Uma especificação prevalece sobre quaisquer intervalos de recobrimento orientativos indicados na tabela.

Ambiente	Atmosférico, moderado					
	-10°C (14°F)		0°C (32°F)		20°C (68°F)	
Temperatura da superfície:	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
HEMPATHANE	30 h	None	18 h	None	6 h	None

NR = Não Recomendado, Ext. = Prolongado, None = Não tem, m = minuto(s), h = hora(s), d = dia(s)

Nota:

HEMPATHANE TOPCOAT 55210 Destinado exclusivamente ao uso profissional.

EMIÇÃO:

HEMPEL A/S
5521010000



HEMPATHANE TOPCOAT 55210

Esta Informação Técnica anula as previamente emitidas.

Para definição e âmbito, consultar as notas explicativas das Informações Técnicas de produtos, disponíveis em www.hempel.com.

Os dados, especificações, instruções e recomendações apresentadas nesta ficha técnica representam apenas o resultado de testes ou a experiência obtida em condições bem definidas e controladas. A exactidão, a exaustividade e a adequabilidade dos dados constantes, nas condições reais de utilização dos produtos, são determinadas exclusivamente pelo Comprador e/ou Utilizador.

O fornecimento de produtos e a prestação de assistência técnica são feitos ao abrigo do estabelecido nas CONDIÇÕES GERAIS DE VENDA, ENTREGA e ASSISTÊNCIA da Hempel, excepto se diferentemente acordado, por escrito. O Produtor e Vendedor não assume, e o Comprador e/ou Utilizador renuncia a qualquer reclamação ou responsabilidade, incluindo mas não limitado a negligência, excepto conforme expresse nas CONDIÇÕES GERAIS por resultados, prejuízos directos ou indirectos, decorrentes do uso dos produtos conforme recomendado acima, no verso, ou de qualquer outro modo. Estes dados podem ser alterados sem aviso prévio e perdem efeito cinco anos após a data de emissão desta ficha técnica.

