

Copyright 2010, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2010, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2010.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Acompanhamento da Aplicação dos Revestimentos Anti-Corrosivos na Indústria de Construção e Montagem Offshore

Ronaldo Rollin Pinheiro¹, Fernando Benedicto Mainier², Miguel Luiz Ribeiro Ferreira³

Abstracts

The paper presents a summary of the results obtained in the discipline of industrial painting in the research project developed by the Engineering School of the Fluminense Federal University with the support of Petrobras and the participation of various EPC companies with the objective of mapping the state of the art of the technology in construction and assembly. In this were project visited shipyards in Brazil, Norway, Malaysia, South Korea and Singapore and identified in each one of these the methods and processes used in industrial painting, the processes of qualification of the personnel, the documentation used, the organization of the work and the HSE issues related to the discipline of industrial painting. The results obtained allowed for a comparison of the practices observed in the national shipyards and the identification of the opportunities to improve the productivity and quality of services offered by these shipyards

Resumo

O trabalho apresenta um resumo dos resultados obtidos na disciplina de pintura industrial no projeto de pesquisa desenvolvido pela Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense com apoio da Petrobras e participação de diversas empresas epecistas com o objetivo de mapear o estado da arte da tecnologia de construção e montagem. Neste projeto foram visitados estaleiros no Brasil, Noruega, Malásia, Coréia do Sul e Cingapura identificando em cada um deles os métodos e processos utilizados na pintura industrial, os processos de qualificação de pessoal, a documentação utilizada, a organização do trabalho e as questões de SMS relativas à disciplina de pintura industrial. Os resultados obtidos permitiram uma comparação com as práticas observadas nos estaleiros nacionais e a identificação de oportunidades de melhoria da produtividade e da qualidade do serviço realizado por estes estaleiros.

Palavras-chave – revestimento, aplicação, produtividade

(1) Pinheiro, Ronaldo Rollin, M.Sc – Professor da Universidade Federal Fluminense

(2) Mainier, Fernando Benedicto, D.Sc - Professor da Universidade Federal Fluminense

(3) Ferreira, Miguel Luiz Ribeiro, D.Sc - Professor da Universidade Federal Fluminense

1 – Introdução

A atividade petrolífera no Brasil nos últimos anos vem crescendo a taxas exponenciais. A descoberta do pré-sal e seu potencial de produção de petróleo confirma uma expectativa de continuidade do crescimento deste segmento de negócio, projetando o país como grande “player” internacional na área de petróleo. Esta riqueza associada a uma política de desenvolvimento da indústria nacional implicará num aumento da demanda para a área de materiais e equipamentos. Um dos segmentos que certamente será impactado por esta demanda é o segmento da construção e montagem de estruturas offshore.

Se por um lado a demanda é crescente neste segmento há necessidade, no entanto, que as empresas brasileiras tenham um nível de competitividade equivalente às melhores empresas internacionais. Neste sentido, a Universidade Federal Fluminense em cooperação com a Petrobras e um conjunto de empresas da área de construção e montagem offshore desenvolveram um projeto de pesquisa visando à obtenção do conhecimento do estado da arte da tecnologia da construção em que se encontra a indústria brasileira epecista em comparação com as melhores práticas internacionais. Neste estudo foram abordadas diversas disciplinas inerentes à construção e montagem offshore. Entretanto, este trabalho foca a disciplina de pintura industrial, uma das principais atividades deste segmento.

O projeto de pesquisa envolveu a visita a 3 (três) estaleiros nacionais, todos com grande carteira de projetos offshore, estaleiros na Noruega, Cingapura, Malásia e Coréia do Sul todos importantes players no mercado offshore e naval.

Este trabalho tem por objetivo apresentar e discutir os resultados obtidos no mapeamento do estado da arte das práticas e processos da atividade de pintura industrial do segmento de construção e montagem offshore e a comparação com as práticas e processos internacionais.

2 – Metodologia de Pesquisa

Para este estudo utilizou-se a metodologia de estudo de caso com base nos trabalhos de CERVO & BERVIAN (2002), MARCONI & LAKATOS (2001) e YIN (2005). Foram

utilizados como instrumento de coleta de dados; questionário, análise documental e registros de visita presencial (relatos, fotos e filmagens).

A elaboração do questionário atendeu aos seguintes critérios:

- a. O formato das questões deve ser aberto conforme é recomendável para pesquisas exploratórias onde se busca compreender o “estado da arte” do universo, permitindo ao pesquisador discorrer sobre o assunto;
- b. O dimensionamento do questionário deve ser elaborado para que a entrevista se estabeleça entre quarenta e 60 minutos;
- c. As questões devem permitir a captação das informações requeridas para desenvolvimento da pesquisa.

O questionário de pintura industrial foi composto dos itens: Métodos e Processos, incluindo preparação da superfície, aplicação de tinta, inspeção e armazenamento; Qualificação de pessoal; Documentação Técnica; Organização da Produção; e SMS. Para cada item foi elaborado um conjunto de questões de forma a abranger os aspectos mais importantes de cada assunto. Utilizou-se um processo de validação do questionário envolvendo os diversos especialistas da área de pintura, inclusive dos estaleiros nacionais de maneira a garantir o foco da pesquisa nos itens que influenciam a produtividade do segmento de negócio.

Cada visita a estaleiro foi precedida de esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa, definição do melhor período para realização da visita e definição dos entrevistados. Neste particular, procurou-se entrevistar os responsáveis pelas atividades de pintura industrial dentro dos estaleiros, envolvendo os coordenadores, encarregados e inspetores de pintura. Todas as entrevistas foram gravadas e posteriormente elaborados os relatórios de visita. Estes relatórios foram enviados para os entrevistados para confirmação das respostas dadas.

Além dos questionários foram feitas visitas presenciais às áreas de pintura dos estaleiros e quando possível foi feito registro fotográfico.

3 – Resultados Obtidos

3.1 – Preparação da Superfície

A pesquisa identificou que a maioria dos estaleiros visitados faz a preparação da superfície e aplicação de tinta em espaços próprios nos seus “sites”, somente um

estaleiro nacional terceiriza estas atividades para realização fora do seu “site”. Os estaleiros dispõem de espaços físicos dedicados para preparação de superfície e para aplicação de pintura separadamente, exceto um estaleiro internacional que dispõe de espaço único para ambas as atividades. As oficinas de preparação da superfície dos estaleiros internacionais dispõem de área em torno de 1.600 m², conforme exemplo mostrado na figura 1.



Figura 1 – Oficina de preparação de superfície

O espaço físico adequado para realização das atividades de preparação da superfície e aplicação de tinta é fundamental para o aumento da produtividade nesta atividade. Dispor de área no próprio site em tamanho adequado para o volume de obra é o caminho para o aumento da produtividade. Embora o investimento nestas oficinas seja elevado o retorno é compensador.

No que se refere aos equipamentos para limpeza da superfície os estaleiros visitados ainda não utilizam em larga escala equipamentos robóticos ou mesmo automáticos. Alguns exemplos de utilização de equipamentos automáticos foram identificados em alguns estaleiros internacionais. Equipamentos automáticos para jateamento com água já são utilizados. Processo automatizado para preparação da superfície através de um equipamento a vácuo, composto de uma unidade de vácuo, unidade de controle e a parte de injeção do abrasivo, esta montada em um carro que anda sobre a superfície metálica e é preso por sucção da unidade de vácuo à superfície já são usados em estaleiros na Ásia, conforme figura 2, a seguir.



Figura 2 – Unidade de injeção de abrasivo

Quanto ao processo de limpeza da superfície os estaleiros usam jateamento abrasivo, variando o tipo de abrasivo. Granalha de aço, escória de cobre e areia úmida foram os mais comuns. Na Ásia se utiliza muito o Garnet, um tipo de mineral. Em relação à escória de cobre em alguns países sua utilização é proibida dado o seu potencial tóxico.

Para limpeza mecânica todos os estaleiros utilizam os métodos tradicionais, tais como, escova de aço rotativa, lixadeira, esmerilhadeira rotativa, pistolete de agulha, etc. Identificou-se também a utilização de máquinas portáteis com lixadeira orbital de vários tamanhos e para superfícies curvas a utilização de disco com fios metálicos.

3.2 – Aplicação de Tinta

Na aplicação de tinta os métodos tradicionais de pulverização e espalhamento são utilizados por todos os estaleiros. Na pulverização predomina o método de pistola de pulverização tipo “air less”. No espalhamento, rolos, trinchas e pinceis são utilizados principalmente nas áreas de retoque e nas superfícies soldadas.

Foi identificado o uso de equipamentos simples que permitem manter o pincel sempre molhado sem a necessidade do pintor molhar o pincel no balde, permitindo maior velocidade no espalhamento da tinta. Equipamento de pulverização automático já em uso não foi identificado nas visitas realizadas, entretanto iniciativa de desenvolvimento já existe em estaleiros da Ásia, conforme mostra, a seguir, figura 3.



Figura 3 – Equipamento em desenvolvimento para pulverização automática de tinta

A literatura cita a utilização de automação e robótica para pintura industrial em outros segmentos de negócio, tais como indústria automotiva, indústria aeronáutica, indústria de eletrodomésticos. Esta solução está baseada nos seguintes parâmetros:

- Regularidade da aplicação, pois, é possível manter a pressão constante da aspersão da tinta, a velocidade e a distância entre o bico de aspersão e a peça a ser pintada. Tais procedimentos levam à aplicação da tinta na formação de uma espessura uniforme e contínua;
- Redução das perdas de tinta e solvente;
- Minimização dos defeitos deixados no processo repetitivo de lixar e pintar;
- Aspiração contínua do pó e dos resíduos deixados pela limpeza das superfícies metálicas;
- Redução total da contaminação dos pintores;
- Maior segurança operacional com a redução dos riscos à explosão;
- A preservação do meio ambiente com a redução dos resíduos, enquadrando-se nos requisitos de preservação ambiental no que concerne a aplicação de tintas (PROMINP, 2009).

A utilização desta solução também para a indústria de construção e montagem “offshore” traria um aumento significativo da produtividade e da qualidade da aplicação

do revestimento. Por outro lado, a literatura cita também limitações ao uso desta solução para este segmento de negócio. Entre estas limitações pode-se citar:

- a geometria das peças não é regular;
- o tamanho das peças é muito grande;
- as peças possuem muitos recortes;
- o investimento é muito alto(PROMINP, 2009).

Quanto ao fornecimento da tinta não há uma uniformidade entre os estaleiros. Em alguns casos o provimento da tinta é de responsabilidade do próprio estaleiro, em outros casos este fornecimento é feito pela contratante. O que se observou de comum entre todos os estaleiros visitados foi a forte parceria entre os estaleiros e os fornecedores de tinta. Esta parceria se estende não só na garantia do fornecimento, mas também na assessoria para aplicação dos seus produtos. Alguns estaleiros chegam a manter inspetores do fornecedor de tinta durante o processo de aplicação de tinta, como é comentado mais adiante, para garantir a correta aplicação do seu produto.

3.3 – Inspeção da Preparação de Superfície e da Aplicação de Tinta

Verificou-se nas visitas realizadas que, de um modo geral, não há diferenças significativas nas técnicas empregadas para a inspeção da preparação da superfície e da aplicação de tintas. Na preparação da superfície a comparação com padrão visual baseado na norma sueca SIS (*Swedish Standard Institution*) é padrão universal, embora sejam utilizadas outras normas a base continua sendo a norma sueca. Outro teste que é utilizado em alguns estaleiros é o *Dust tape Test* – Teste de Poeira para avaliar a quantidade e tamanho das partículas de poeira na superfície do aço preparado para pintura e consiste na aplicação de uma fita adesiva na superfície para coletar uma amostra da poeira e enviar para classificação de acordo com a norma BS EN ISO 8502-3. (ISO 8502-3, 2000). A medição da rugosidade da superfície a ser pintada também é uma prática exercida em alguns estaleiros internacionais.

Na aplicação da tinta são utilizados; a medição de umidade relativa, a medição de espessura, tanto de película seca como de película úmida, o teste de aderência e a inspeção visual. Todas estas técnicas são comuns aos estaleiros. A frequência de aplicação pode variar a cada em cada estaleiro. O conceito de inspeção contínua é

encontrado em alguns casos avaliados, onde a inspeção é realizada durante o processo de aplicação da tinta e os inspetores trabalham em conjunto com os pintores. Estes, por sua vez, utilizam a medição de película úmida como ferramenta para controlar a operação de pintura.

3.4 – Qualificação de Pessoal

A força de trabalho nos estaleiros internacionais tem formação diferenciada da observada no Brasil. É comum a utilização de mão de obra estrangeira naqueles estaleiros. Trabalhadores russos, poloneses e de outras nacionalidades são contratados para trabalhos na Noruega, assim como indianos, chineses e outros trabalham em estaleiros da Ásia. Dentro deste quadro, os estaleiros internacionais atuam muito fortemente no processo contínuo de capacitação da mão de obra. Todos os estaleiros internacionais visitados dispõem de centros de treinamento. Nestes centros são treinadas a mão de obra própria e terceirizada e feitos cursos com a participação dos fornecedores de tinta. Em um estaleiro o pessoal técnico ao final da escola técnica passa dois anos estagiando nas obras, em outro, dentro do centro de treinamento, existe uma estrutura preparada para o treinamento prático de pintores na preparação de superfície, usando métodos mecânicos de limpeza, e na aplicação de tinta, com acompanhamento de instrutor. Neste último caso, existe um simulador para treinamento de aplicação de pintura. Neste simulador o aluno, com óculos especiais, vê a imagem em 3D e com uma pistola simula a aplicação da tinta em diversas posições e depois mede a espessura do filme.

Em relação ao treinamento em espaço confinado, observou-se em um estaleiro a utilização de espaço específico de treinamento vivencial, reproduzindo o ambiente de trabalho onde os trabalhadores com o auxílio de instrutores vivenciam o dia a dia do trabalho nesta condição. A figura 4, a seguir, mostra o local de treinamento em espaço confinado.



Figura 4 - Treinamento em espaço confinado

No que diz respeito a qualificação dos inspetores de pintura, os estaleiros nacionais utilizam as normas Petrobras e os inspetores são qualificados pelo SEQUI/ABRACO. Já os estaleiros internacionais trabalham com processo de qualificação com base nas normas da NACE ou da NORSOK.

3.5 – Organização da Produção

A pesquisa identificou para a organização do trabalho das equipes de produção duas formas de estruturação. No primeiro caso são organizadas duas equipes distintas uma voltada para preparação da superfície e outra para a aplicação de tinta. Ambas as equipes são estruturadas, com tarefas definidas e pessoal próprio. No segundo caso, não há especialização das equipes, trabalha-se com equipe única multifuncional, cabendo ao supervisor a alocação dos recursos na medida da necessidade.

As equipes multifuncionais trazem mais flexibilidade à alocação de mão de obra, ampliando o conteúdo do cargo de trabalho e permitindo ao trabalhador uma percepção maior do processo de pintura. Por outro lado, a multifuncionalidade traz a necessidade de um treinamento mais amplo de modo a capacitar o trabalhador em todas as suas tarefas.

Em relação à equipe de controle da qualidade, em todos os estaleiros visitados esta equipe é independente da equipe de produção. Em algumas situações verificou-se a existência de equipe de controle da qualidade não só do contratante como também do

estaleiro e do fornecedor de tinta. A existência de várias equipes de controle da qualidade está ligada às garantias dadas pelo estaleiro e pelo fornecedor da tinta.

3.6 – SMS (SEGURANÇA-MEIO AMBIENTE-SÁUDE)

A gestão de SMS é um fator crítico de sucesso no desenvolvimento das atividades de negócio na área de construção e montagem “*offshore*”. De modo geral, os estaleiros com vista a esta gestão, usam as normas OHSAS 18001 (OHSAS, 2004), ISO 9.000 (NBR ISO 9000, 2000) e ISO 14.001 (NBR ISO 14001, 2004).

Em relação à contaminação do meio ambiente, o descarte dos abrasivos, pós resultante da operação de limpeza, latas e resquício de tintas e solventes, depois de selecionados, de modo geral os estaleiros entregam, através de um manifesto de resíduo (os materiais quantificados), para empresas credenciadas por órgão governamental e com licença de operação. Devido a haver uma grande geração desses materiais, o descarte não é fácil para a empresa, tendo em vista que alguns dos produtos são considerados como perigoso (classe 1 A), enquanto outros embora não sejam considerados perigosos, não são inerte (Classe 2A) . Através de contrato com a empresa terceirizada, atende-se ao requisito do reprocessamento.

No que diz respeito à saúde ocupacional os estaleiros nacionais tratam esta questão através do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). Especial atenção é dada aos aspectos de contaminação por solvente, dado que os trabalhadores da área de pintura podem estar expostos a este ambiente. Nos estaleiros internacionais, de modo geral não há uma política diretamente diferenciada, mas a saúde do trabalhador é acompanhada por uma equipe de saúde a cada um ou dois anos. Dependendo do resultado o trabalhador pode ser afastado do trabalho. Também a questão da contaminação por vapores de solvente é verificada neste acompanhamento.

Os treinamentos em relação à SMS, além dos comuns a todos os trabalhadores, são tratados por alguns estaleiros dentro dos cursos de formação. Outros estaleiros oferecem cursos específicos de segurança com ênfase no uso de EPI e os riscos no manuseio de tintas e solventes..

Quanto aos cuidados em relação à toxidez e a emissão de compostos orgânicos voláteis (COV) para a atmosfera comprometendo o ambiente, não se verificou a existência de programas de redução de emissão de COV para a atmosfera. Alguns estaleiros usam filtros nas oficinas de tintas e é feito um relatório do que foi usado e o que foi emitido

para atmosfera e em seguida entregue para o departamento de meio ambiente. A figura 5, a seguir, mostra os filtros utilizados:



Figura 5 - Oficina equipada com filtros

Em relação à utilização de Permissão de Trabalho - PT e Análise Preliminar de Risco - APR verificou-se que sua utilização é muito mais forte nos estaleiros nacionais do que nos internacionais. Nos estaleiros nacionais a rotina de reunião para análise de PT é diária para 100% das atividades. Esta dicotomia faz com que os estaleiros nacionais gastem mais tempo no processo de gestão de PT e APR, muitas vezes processos complexos, trazendo impacto para a produtividade.

4 – Conclusão

O projeto de pesquisa foi uma excelente oportunidade de promover sinergia entre as necessidades e os recursos da indústria e o potencial de conhecimento acumulado na universidade. Esta parceria permitiu o desenvolvimento de um trabalho que certamente trará benefícios duradouros para todo o segmento de construção e montagem “offshore”. Em relação à disciplina de pintura industrial o projeto permitiu identificar oportunidades de melhorias dos estaleiros nacionais que se implementadas trarão ganhos de produtividade para toda a cadeia produtiva.

Entre as oportunidades identificadas podem-se citar a título de exemplo as seguintes propostas:

1. Desenvolvimento de uma metodologia para avaliação e padronização de granalhas de aço;
2. Tratamento dos resíduos provenientes do jateamento com água pressurizada e o reaproveitamento da água;

3. Desenvolvimento de equipamentos portáteis destinados a remover e absorver do ambiente os vapores provenientes da aplicação de tintas;
4. Desenvolvimento de equipamentos automáticos para tratamento de superfície e aplicação de pintura;
5. Desenvolvimento de projeto para implantação de pintura industrial seriada com utilização de robôs;
6. Desenvolvimento de equipamentos simples para auxílio do pintor.

Finalizando, ressalta-se que o trabalho só foi possível de realizar graças à participação da Petrobras e dos estaleiros nacionais e internacionais que receberam a equipe da UFF e forneceram todas as informações necessárias para o projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. *Metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

ISO 8502-3 Preparation of steel substrates before application of paints and related products – Test for the assessment of surface cleanliness, 2000

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.. *Metodologia do trabalho científico*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

NBR ISO 14001 Sistemas da gestão ambiental – Especificação e Diretrizes para Uso: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001, NBR ISO 14001. Rio de Janeiro, 2004

NBR ISO 9000 Sistemas de gestão de qualidade: fundamentos e vocabulário. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR ISO 9000 Rio de Janeiro, 2000.

OHSAS 18001 Manual sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho. São Paulo, 2004.

PROMINP - Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural, Relatório Análise Intercasos – Proj 27.4, 2009

YIN, R. K. Estudo de caso. Planejamento e Métodos, 3ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005, 212p.