

Título:

**JATEAMENTO ABRASIVO E HIDROJATEAMENTO DE AÇO CARBONO****NE-003**

Aprovação

Subcomitê de Manutenção das Empresas Eletrobras - SCMT

Vigência

10.03.2016

1ª Edição

## 1. OBJETIVO

## 2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

### 2.1 Das Empresas Eletrobras

### 2.2 Da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

### 2.3 Da ASTM (*American Society for Testing Materials*)

### 2.4 Da ISO (*International Organization for Standardization*)

### 2.5 Da SSPC (*Steel Structures Painting Council*)

### 2.6 Outros

## 3. DEFINIÇÕES

### 3.1 Jateamento Abrasivo

### 3.2 Hidrojateamento

### 3.3 Graus de Intemperismo de Superfícies de Aço

### 3.4 Graus de Degradação de Superfícies Pintadas

### 3.5 Graus de Limpeza de Jateamento Abrasivo (Seco ou Úmido)

### 3.6 Graus de Limpeza de Hidrojateamento

### 3.7 Graus de Limpeza de Hidrojateamento com Abrasivo

### 3.8 Padrões Não Visuais de Limpeza de Superfície

### 3.9 *Flash rust*

## 4. CONDIÇÕES GERAIS

## 5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 5.1 Análise de Abrasivos

#### 5.1.1 Análise de cloreto (Cl<sup>-</sup>)

#### 5.1.2 Condutividade do extrato aquoso

#### 5.1.3 Determinação de umidade

#### 5.1.4 Determinação de pH

#### 5.1.5 Impurezas

#### 5.1.6 Análise granulométrica dos abrasivos

#### 5.1.7 Determinação da dureza

#### 5.1.8 Determinação da massa específica

#### 5.1.9 Verificação da presença de óleo em abrasivo reciclado

### 5.2 Jateamento Abrasivo Seco


### 5.3 Jateamento Abrasivo Úmido e Hidrojateamento, com e sem Abrasivos

## 6. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

### 6.1 Abrasivos

### 6.2 Água

### 6.3 Grau de Limpeza de Superfície

	<b>NORMA TÉCNICA</b>	Página 2/21
Título: <b>JATEAMENTO ABRASIVO E HIDROJATEAMENTO DE AÇO CARBONO</b>		<b>NE-003</b>
Aprovação Subcomitê de Manutenção das Empresas Eletrobras - SCMT	Vigência 10.03.2016	1ª Edição

## 6.4 Perfil de Rugosidade

## 7. SEGURANÇA

### 7.1 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

### 7.2 Processos de Jateamento e Hidrojateamento

## 8. HISTÓRICO DE REVISÕES

## 9. ANEXOS

## 1. OBJETIVO

Neste documento são estabelecidos os procedimentos para preparação de superfícies de aço carbono, por meio de jateamento abrasivo ou hidrojateamento, para a aplicação de esquemas de pintura ou de outros revestimentos anticorrosivos.

## 2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

### 2.1 Das Empresas Eletrobras

- NE-001: Requisitos Técnicos de Serviços de Pintura Anticorrosiva

### 2.2 Da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

- ABNT NBR 15156: Pintura Industrial - Terminologia
- ABNT NBR 15158: Limpeza de Superfícies de Aço por Compostos Químicos
- ABNT NBR 15239: Tratamento de Superfícies de Aço com Ferramentas Manuais e Mecânicas
- ABNT NBR NM-ISO 2395: Peneira de Ensaio e Ensaio de Peneiramento - Vocabulário

### 2.3 Da ASTM (American Society for Testing Materials)

- ASTM D 610: *Standard Practice for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces*
- ASTM D 4417: *Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel*
- ASTM D 4940: *Standard test method for conductimetric analysis of water soluble ionic contamination of blasting abrasives*

### 2.4 Da ISO (International Organization for Standardization)

- ISO 8501-1: *Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products - Visual Assessment of Surface Cleanliness - Part 1: Rust Grades and Preparation Grades of Uncoated Steel Substrates and of Steel Substrates After Overall Removal of Previous Coatings*
- ISO 8501-2: *Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products - Visual Assessment of Surface Cleanliness - Part 2: Preparation Grades of Previously Coated Steel Substrates After Localized Removal of Previous Coatings*
- ISO 8504-2: *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Surface preparation methods - Part 2: Abrasive blast-cleaning*
- ISO 11126/1: *Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Specifications for non-metallic blast-cleaning abrasives*
- ISO 11126/3: *Preparation of steel substrates prior to application of paints and related products - Non metallic blast-cleaning abrasives - Part 3: Copper refinery slag*
- ISO 11127/3: *Test methods for non-metallic blast-cleaning abrasives - Determination of apparent density*
- ISO 11127/4: *Test methods for non-metallic blast-cleaning abrasives - Assessment of hardness by a glass slide test*
- ISO 11127/5: *Test methods for non-metallic blast-cleaning abrasives - Determination of moisture*
- ISO 11127/6: *Test methods for non-metallic blast-cleaning abrasives - Determination of water soluble contaminants by conductivity measurement*

- ISO 11127/7: *Test methods for non-metallic blast-cleaning abrasives – Determination of water-soluble chlorides*

## **2.5 Da SSPC (Steel Structures Painting Council)**

- SSPC-VIS 4 - *Guide to Visual Reference Photographs for Steel Cleaned by Water Jetting*
- SSPC-TR 2 – *Wet Abrasive Blast Cleaning*
- SSPC SP6 – *Commercial Blast Cleaning*
- SSPC SP10 – *Near White Metal Blast Cleaning*
- SSPC-VIS 5 - *Guide and Reference Photographs for Steel Surfaces Prepared by Wet Abrasive Blast Cleaning*

## **2.6 Outros**

- Portaria do Ministério do Trabalho nº. 99 de 19 de Outubro de 2004
- Portaria do Ministério do Trabalho nº.3214, de 08 de junho de 1978 - Norma Regulamentadora - NR-13
- Portaria do Ministério do Trabalho nº.3214, de 08 de junho de 1978 - Norma Regulamentadora - NR-15
- SAE J444: *Cast Shot and Grit Size Specifications for Peening and Cleaning*

## **3. DEFINIÇÕES**

No âmbito desta Norma, são adotadas as definições indicadas na norma ABNT NBR 15156 e complementadas neste Item.

### **3.1 Jateamento Abrasivo**

Método de preparação de superfícies de aço para pintura, pelo emprego de granalha de aço, óxido de alumínio sinterizado, escória de cobre ou outros abrasivos, impelidos por meio de ar comprimido ou através de força centrífuga. Este processo pode ser realizado em condição seca ou úmida, com o emprego em conjunto com água, numa faixa de pressão típica de até 21 MPa (3000 psi).

### **3.2 Hidrojateamento**

#### a) Sem uso de abrasivos

Método de preparação de superfícies de aço para pintura pelo emprego de água sob alta pressão [70 MPa a 170 MPa (10000 psi a 25000 psi)] ou ultra alta pressão [acima de 172 MPa (25000 psi)]. Este processo não confere rugosidade à superfície metálica, nem remove carepa de laminação.

#### b) Com uso de abrasivos

Método de preparação de superfícies de aço para pintura pelo emprego de água sob alta pressão ou ultra alta pressão, com abrasivo, geralmente sendo constituído por materiais à base de vidro ou outros materiais inertes. Este processo remove carepa de laminação e confere rugosidade à superfície metálica.

### 3.3 Graus de Intemperismo de Superfícies de Aço

Os graus de intemperismo de uma superfície de aço-carbono, sem revestimento, referem-se às condições em que a superfície se encontra antes da execução do processo de limpeza. Conforme a Norma ISO 8501-1, os graus são classificados em:

- Grau A - superfície de aço completamente coberta de carepa de laminação intacta e aderente, com pouca ou nenhuma corrosão;
- Grau B - superfície de aço com princípio de corrosão atmosférica da qual a carepa de laminação tenha começado a desagregar. Ou seja, uma parte da carepa se desprende devido à oxidação enquanto que outra permanece aderida à superfície;
- Grau C - superfície de aço da qual a carepa de laminação tenha sido totalmente removida pela corrosão atmosférica ou possa ser retirada por meio de raspagem, podendo ainda apresentar alguns alvéolos;
- Grau D - superfície de aço da qual a carepa de laminação tenha sido totalmente removida pela corrosão atmosférica e que apresenta corrosão alveolar bastante intensa.

### 3.4 Graus de Degradação de Superfícies Pintadas

No âmbito desta norma, apresentam-se a seguir os graus de degradação de superfícies de aço com pintura, os quais levam em consideração as condições físicas do revestimento e o percentual de corrosão na superfície. Somente para o cálculo deste último parâmetro deve-se utilizar a norma ASTM D 610:

- Grau 8 - pintura existente quase intacta e menos que 0,1% de corrosão na superfície;
- Grau 6 - pintura de acabamento com empoamento ou "gizamento", podendo apresentar tinta de fundo exposta. É admissível leve manchamento ou empolamento, após o tratamento das manchas. Menos de 1 % da área pode-se encontrar afetada por corrosão, descascamento ou tinta solta;
- Grau 4 - pintura com empoamento ou "gizamento" intenso, empolada ou com manchas de oxidação, podendo ter até 10 % de sua superfície com corrosão, bolhas de oxidação, tinta solta e pequena incidência de pites (corrosão puntiforme);
- Grau 2 - pintura com empoamento ou "gizamento" intenso, empolada ou com manchas de oxidação, podendo ter até 33 % de sua superfície com corrosão, bolhas, tinta solta e pequena incidência de pites (corrosão puntiforme);
- Grau 0 - presença intensa de corrosão, tinta sem aderência e formação severa de corrosão por pites e alvéolos.

### 3.5 Graus de Limpeza de Jateamento Abrasivo (Seco ou Úmido)

Conforme as normas ISO 8501-1 e ISO 8504-2, os graus de limpeza possíveis de serem obtidos pelo processo de jateamento abrasivo são os seguintes:

- Grau Sa 1 (Jateamento Abrasivo Ligeiro): a carepa de laminação solta, a ferrugem e material estranho não aderente devem ser removidos. A superfície deve ser limpa, imediatamente, com aspirador, ar comprimido limpo e seco ou escova limpa. A aparência final deve corresponder às gravuras com designação Sa 1. Esta limpeza não se aplica a superfícies que apresentem Grau A de intemperismo. Portanto, os padrões de limpeza são: B Sa 1, C Sa 1 e D Sa 1;
- Grau Sa 2 (Jateamento Abrasivo Comercial): quase toda a carepa de laminação, a ferrugem e material estranho devem ser removidos. A superfície deve ser limpa, imediatamente, com aspirador, ar comprimido limpo e seco ou escova limpa. A superfície deve apresentar, então, coloração acinzentada e corresponder, em aparência, às gravuras com designação Sa 2. Esta limpeza não se aplica a superfícies que apresentem Grau A de intemperismo original. Para as demais, os padrões de limpeza são: B Sa 2, C Sa 2 e D Sa 2;
- Grau Sa 2 ½ (Jateamento Abrasivo ao Metal quase Branco): a carepa de laminação, a ferrugem e material estranho devem ser removidos de maneira tão perfeita que seus vestígios apareçam somente como manchas tênues ou estrias. A superfície deve ser limpa, imediatamente, com aspiradores, ar comprimido limpo e seco ou escova limpa. A superfície deve apresentar, então, aspecto correspondente às gravuras com designação Sa 2 ½. Logo, os padrões de limpeza são: A Sa 2 ½, B Sa 2 ½, C Sa 2 ½ e D Sa 2 ½;
- Grau Sa 3 (Jateamento Abrasivo ao Metal Branco): a carepa de laminação, a ferrugem e material estranho devem ser totalmente removidos. A superfície deve ser limpa, imediatamente, com aspirador, ar comprimido limpo e seco ou escova limpa. A superfície deve apresentar, então, coloração metálica uniforme, correspondente em aparência às gravuras com designação Sa 3. Os padrões de limpeza são: A Sa 3, B Sa 3, C Sa 3 e D Sa 3.

### **3.6 Graus de Limpeza de Hidrojateamento**

Os graus de limpeza possíveis de serem obtidos pelo processo de hidrojateamento são os seguintes:

- WJ-1 - A superfície deve estar livre de toda ferrugem, tinta, carepa de laminação e outras matérias estranhas visíveis, previamente existentes, e apresentar um acabamento metálico fosco uniforme.
- WJ-2 - A superfície deve estar limpa, apresentando um acabamento fosco, com pelo menos 95% da área livre de todos os resíduos visíveis previamente existentes, e os 5% remanescentes contendo apenas, aleatoriamente, manchas dispersas de oxidação, tinta e matéria estranha.
- WJ-3 - A superfície deve estar limpa, apresentando um acabamento fosco, com pelo menos 2/3 da área livre de todos os resíduos previamente existentes (exceto carepa de laminação), e o 1/3 remanescente contendo apenas, aleatoriamente, manchas dispersas de oxidação, tinta ou matéria estranha previamente existente.
- WJ-4 - A superfície deve apresentar-se, uniformemente, livre de ferrugem, tintas e carepa de laminação não aderidas.

O hidrojateamento a alta pressão e a ultra alta pressão não geram a superfície com a mesma coloração daquela do jateamento abrasivo seco. A coloração metálica fosca do aço limpo imediatamente após o hidrojateamento se torna amarelada, a menos que um inibidor de corrosão seja usado ou que as condições do meio sejam controladas. Isto se deve ao processo de oxidação instantânea (*flash rust*) da superfície, após o tratamento. O uso de inibidor de corrosão na água de hidrojateamento não é permitido por esta Norma, conforme descrito adiante.

A Tabela 1 apresenta a nomenclatura para os graus de limpeza, conforme a norma SSPC-VIS 4, considerando as condições iniciais da superfície. Dependendo do grau de oxidação instantânea (*flash rust*), a nomenclatura dos graus de limpeza é adicionada das letras L (leve), M (moderado) ou H (intenso). Cada estado de oxidação instantânea está descrito no Item 3.9.

**Tabela 1 – Condição inicial da superfície e graus de limpeza, por hidrojateamento.**

<b>Grau C</b>	<b>Grau D</b>	<b>Grau E</b> Tinta de cor clara aplicada em aço jateado	<b>Grau F</b> Tinta rica em zinco aplicada em aço jateado	<b>Grau G</b> Esquema de pintura sobre aço com carepa de laminação	<b>Grau H</b> Esquema de pintura com múltiplas camadas deterioradas
C WJ-1	D WJ-1	E WJ-1	F WJ-1	G WJ-1	H WJ-1
C WJ-2	D WJ-2	E WJ-2	F WJ-2	G WJ-2	H WJ-2
C WJ-3	D WJ-3	E WJ-3	F WJ-3	G WJ-3	H WJ-3
C WJ-4	D WJ-4	E WJ-4	F WJ-4	G WJ-4	H WJ-4

### 3.7 Graus de Limpeza de Hidrojateamento com Abrasivo

Conforme a norma ISO 8504-2, os graus de limpeza possíveis de hidrojateamento com abrasivo são os mesmos daqueles de jateamento abrasivo, porém no hidrojateamento com abrasivo a superfície apresenta uma coloração diferente do primeiro processo. Geralmente é amarelada, resultante da oxidação instantânea.

Da mesma forma, pelas normas SSPC que estabelecem os requisitos de grau de limpeza para superfícies tratadas por jateamento abrasivo, informa-se que os mesmos critérios podem ser obtidos para os graus de limpeza de superfícies tratadas por hidrojateamento com abrasivo. Porém, a norma SSPC-VIS 5 utiliza uma nomenclatura diferente daquela de jateamento abrasivo para designar os graus de limpeza por hidrojateamento com abrasivo. Os últimos são WAB 6 e WAB 10 e atendem aos mesmos requisitos das normas de jateamento abrasivo, SSPC SP6 e SSPC SP10, respectivamente. Também usam-se as letras L, M ou H para designar os graus de oxidação instantânea, como leve, moderada ou intensa, respectivamente.

Assim, a norma SSPC-VIS 5 apresenta os seguintes graus de limpeza para superfícies tratadas por hidrojateamento com abrasivo:

- WAB 6 (SSPC SP6 – requisitos para o jateamento abrasivo comercial): A superfície, quando vista sem ampliação de um microscópio, deve estar livre de óleos, graxas, poeira, sujidades, ferrugem, carepa de laminação, revestimentos, óxidos, produtos de corrosão e outros materiais. São permitidas manchas de ferrugem, carepa de laminação e revestimento pré-existente na condição de leve sombreamento ou pequena diferença de cor, num percentual de, no máximo, 33% de cada área de 58 cm<sup>2</sup> inspecionada (área quadrada de 7,6 cm x 7,6 cm).

- WAB 10 (SSPC SP10 – requisitos para jateamento abrasivo ao metal quase branco): A superfície, quando vista sem ampliação de um microscópio, deve estar livre de óleos, graxas, poeira, sujidades, ferrugem, carepa de laminação, revestimentos, óxidos, produtos de corrosão e outros materiais. São permitidas manchas de ferrugem, carepa de laminação e revestimento pré-existente na condição de leve sombreamento ou pequena diferença de cor, num percentual de, no máximo, 5% de cada área de 58 cm<sup>2</sup> inspecionada (área quadrada de 7,6 cm x 7,6 cm).

### 3.8 Padrões Não Visuais de Limpeza de Superfície

Em função da concentração de sais de cloreto (Cl<sup>-</sup>) e de sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), bem como da de íons ferrosos (Fe<sup>2+</sup>), na superfície metálica, os padrões não visuais (NV) de limpeza de superfície são os seguintes:

- NV-1 - A superfície deve estar livre de todos os níveis detectáveis de contaminantes determinados por equipamentos de teste disponíveis em campo, com sensibilidade aproximada a equipamentos de teste em laboratório;
- NV-2 - A superfície deve ter menos de 7 µg/cm<sup>2</sup> de cloreto, menos de 10 µg/cm<sup>2</sup> de íon ferroso, e menos de 17 µg/cm<sup>2</sup> de sulfato, verificados por análise de campo ou laboratório utilizando equipamento de teste confiável e reproduzível;
- NV-3 - A superfície deve ter menos de 50 µg/cm<sup>2</sup> de cloreto e sulfato verificados por análise de campo ou laboratório utilizando equipamento de teste confiável e reproduzível.

Ao se especificar o padrão de preparação de superfície por meio de hidrojateamento, deve-se considerar os graus de intemperismo da superfície e os de limpeza com relação aos contaminantes “visíveis” e “invisíveis” (ex.: CWJ2/NV1; GWJ1/NV2).

### 3.9 Flash rust

Oxidação superficial instantânea que ocorre após o hidrojateamento, podendo ser leve (L), moderada (M) ou intensa (H), de acordo com os padrões fotográficos da norma SSPC-VIS 4.

- *Flash rust* Leve (L): a superfície de aço, quando vista a olho nu, apresenta uma finíssima camada de oxidação superficial na cor amarela/marrom, sendo facilmente observada no substrato de aço. A oxidação pode apresentar-se distribuída de forma uniforme, ou através de manchas localizadas, sendo fortemente aderida e de difícil remoção através da limpeza por meio de trapos.
- *Flash rust* Moderado (M): a superfície de aço, quando vista a olho nu, apresenta uma fina camada de oxidação superficial na cor amarela/marrom que obscurece a superfície original do aço. A camada de oxidação pode ser distribuída uniformemente ou através de manchas localizadas, mas é razoavelmente bem aderida, causando ligeiras marcas em um trapo quando este é esfregado levemente sobre a superfície.
- *Flash rust* Intenso (H): a superfície de aço, quando vista a olho nu, apresenta uma camada de oxidação intensa na cor vermelho/marrom que esconde completamente a condição inicial da superfície. A camada de oxidação pode ser distribuída uniformemente ou apresentar-se sob a



forma de manchas, mas a oxidação é fracamente aderida e de fácil remoção, deixando marcas significativas em um trapo quando esfregado levemente sobre a superfície.

#### **4. CONDIÇÕES GERAIS**

Conforme Portaria do Ministério do Trabalho nº 99 e a norma regulamentadora nº 15 (NR-15), o processo de trabalho que utilize areia seca ou úmida está proibido em todos os estados da federação nacional.

Os procedimentos de execução de jateamento abrasivo e de hidrojateamento devem conter pelo menos as seguintes informações:

- grau de preparação da superfície do aço-carbono;
- indicação dos produtos químicos e materiais utilizados na execução da limpeza prévia segundo a norma NBR 15158;
- tipo de equipamento a ser utilizado no preparo da superfície, incluindo citação dos filtros separadores e bicos;
- tipo e granulometria do material abrasivo, em função dos perfis de rugosidade a serem obtidos;
- qualidade da água a ser usada;
- procedência do material abrasivo a ser utilizado no preparo da superfície;
- condutividade do extrato aquoso de abrasivos não metálicos, quando for o caso;
- procedimentos de limpeza final após o preparo da superfície, antes da aplicação dos esquemas de pintura;
- verificação do teor de sais sobre a superfície jateada ou hidrojateada, antes do início da pintura;
- descrição dos equipamentos de segurança a serem utilizados nos processos, bem como os EPIs dos operadores de jateamento e hidrojateamento.

Providenciar a proteção das partes dos equipamentos que não podem ser pintadas, tais como: vidros, plásticos, cabos, bem como, proteger as partes que não podem receber certos tratamentos de superfície.

Quando houver a presença de corrosão em placas ou ferrugem estratificada, removê-la com o emprego de ferramentas manuais ou mecânicas conforme a norma NBR 15239.

Remover terra, salpicos de cimento, sais, limo e qualquer outro contaminante (exceto graxas e óleos) mediante ação de escovas de fibra ou arame, pela raspagem, por hidrojateamento, ou pela aplicação de soluções de limpeza alcalinas. Neste último caso, é necessária uma limpeza final adequada da superfície por meio de água doce e neutra.

Remover óleos ou graxas, por meio de panos algodão ou escovas embebidas com solvente, se tais contaminações forem pequenas e localizadas. No caso de contaminações oleosas em grandes áreas, empregar, preferencialmente, desengraxantes ou detergentes biodegradáveis, realizando posterior lavagem com água doce neutra, até completa remoção de contaminantes.

Remover carepa de laminação, ferrugem, pintura antiga ou outras impurezas, de acordo com o grau de limpeza da norma de pintura, por um dos seguintes processos.

- Jateamento abrasivo seco com granalha de aço (partículas angulares ou esféricas), ou com outros abrasivos adequados para a execução do preparo da superfície. Os abrasivos devem atender os critérios de qualidade estabelecidos no item 5.1 desta Norma.
- Jateamento abrasivo úmido com óxido de alumínio sinterizado, materiais à base de vidro (isentos de sílica na forma livre e cristalina) ou com outros abrasivos adequados para a execução do preparo da superfície. Não se deve utilizar inibidor de corrosão na água de hidrojateamento. Os abrasivos devem atender os critérios de qualidade estabelecidos no item 5.1 desta Norma.
- Hidrojateamento à alta ou ultra alta pressão (apenas para o caso da superfície já ter sofrido jateamento abrasivo), sem abrasivos. Este processo não é aplicável à superfície com carepa de laminação e não deve utilizar inibidor de corrosão na água de hidrojateamento.
- Hidrojateamento à alta ou ultra alta pressão com abrasivos. Não se deve utilizar inibidor de corrosão na água de hidrojateamento. Os abrasivos devem atender os critérios de qualidade estabelecidos no item 5.1 desta Norma.

O ar comprimido utilizado na aplicação do jato abrasivo deve ser isento de água e de óleo. O equipamento deve ser provido de filtros e separadores adequados (sílica gel, carvão ativado, bronze sinterizado) ou, prover aquecimento ou resfriamento do ar, para retirada de água e de óleo.

Antes da aplicação da primeira demão de tinta, a superfície jateada deve ser examinada quanto à presença de traços de óleo, graxa, sujeira e sais, que devem ser removidos de acordo com as exigências da norma NBR 15158.

Os trabalhos de preparação de superfície por meio de jateamento abrasivo e hidrojateamento devem ser feitos de modo a não causar danos às etapas do trabalho já executadas. O reinício dos serviços de jateamento só deve ser feito quando a tinta aplicada nas áreas adjacentes estiver no estágio mínimo de secagem livre de pegajosidade.

O inspetor de pintura deve preencher os Relatórios de Inspeção de Pintura (RIP), de Inspeção de Abrasivos (RIA) e de Não Conformidade (RNC), quando for o caso, em formulários padrões, apresentados na NE-001 e nos anexos desta Norma.

## **5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS**

### **5.1 Análise de Abrasivos**

Os abrasivos mais comumente utilizados na preparação de superfícies metálicas, para a aplicação de pintura anticorrosiva, são granalha de aço (angular ou esférica), óxido de alumínio, bauxita sinterizada e escória de cobre.

Na Tabela 2, apresenta-se uma relação de ensaios para serem realizados nos diferentes tipos de abrasivos, para fins de controle de qualidade dos mesmos.

As partes interessadas poderão adotar outros critérios quanto aos requisitos técnicos a serem exigidos para os abrasivos, em função de alguma particularidade nos serviços de pintura.

**Tabela 2 – Ensaios recomendados para cada tipo de abrasivo.**

ENSAIOS	ABRASIVOS				
	Granalha de aço	Óxido de alumínio	Bauxita sinterizada	Escória de cobre	Materiais à base de vidro
Cloreto (Cl <sup>-</sup> )	-	X	X	X	-
Condutividade do extrato aquoso	-	X	X	X	-
Umidade	X	X	X	X	X
pH	-	X	X	X	-
Impurezas	X	X	X	X	X
Granulometria	X	X	X	X	X
Dureza	-	X	X	X	-
Massa específica	X	X	X	X	-

Nos abrasivos que são reaproveitados ou reciclados para o processo de jateamento é necessário fazer-se, periodicamente, ensaios de controle de qualidade, a fim de verificar se os abrasivos estão em condições adequadas para uso. Os ensaios mínimos recomendados são a condutividade do extrato aquoso, o pH, a granulometria e a presença de óleo. Os resultados destes ensaios deverão estar em conformidade com aqueles especificados nesta Norma. Caso contrário, o abrasivo deve ser retirado de uso.

Neste item, apresenta-se a descrição de ensaios para a análise de abrasivos a serem utilizados na limpeza de superfícies metálicas por meio de jateamento, visando a aplicação de revestimentos anticorrosivos por pintura. No item 6 desta Norma, encontram-se os critérios de aceitação e rejeição para os abrasivos.

### 5.1.1 Análise de cloreto (Cl<sup>-</sup>)

- Pesar 100,0 g do abrasivo num erlenmeyer de 250 mL.
- Adicionar ao erlenmeyer com o abrasivo, 100 mL de água destilada ou desmineralizada em ebulição e agitar vigorosamente, por cerca de 2 minutos.
- Filtrar através de papel do filtro e recolher o filtrado em outro erlenmeyer de 250 mL.
- Adicionar ao filtrado 1,0 mL de solução indicadora de cromato de potássio (5 g/100 mL).
- Adicionar 1,0 mL de solução de nitrato de prata 0,1100 N (17,7 g AgNO<sub>3</sub>/litro), com agitação moderada.
- Caso a solução de nitrato de prata não seja exatamente 0,1100 N, usar o volume calculado pela fórmula a seguir, em lugar de 1,0 mL.

$$V = \frac{0,11}{A} \text{ sendo :}$$

V = volume da solução de AgNO<sub>3</sub> a adicionar, em mL.

A = normalidade da solução de AgNO<sub>3</sub>, diferente de 0,1100 N.

### 5.1.2 Condutividade do extrato aquoso

- Rinsar toda vidraria a ser utilizada com água destilada ou desmineralizada até que água de rinsagem apresente condutividade ≤ 5 µS/cm.

- Utilizar na determinação de condutividade eletrolítica do extrato aquoso do abrasivo um condutímetro calibrado e que forneça leituras de condutividade, corrigidas para 25 °C.
- Antes de realizar a medição de condutividade, verificar a exatidão do condutímetro utilizando padrões de condutividade, dentro do prazo de validade. Seguir procedimento do manual do equipamento para realizar tais verificações e rinsar vidraria utilizada com os padrões a serem medidos.
- Após verificação do condutímetro, rinsar toda vidraria com água destilada ou desmineralizada até que água de rinsagem apresente condutividade  $\leq 5 \mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Transferir, para um bécher, 300 g do abrasivo a ser analisado e adicionar 300 mL de água destilada ou desmineralizada.
- Agitar por 1 minuto com bastão de vidro e deixar em repouso por 10 minutos. Agitar, novamente, por 1 minuto.
- Filtrar, através de um papel de filtro rápido, uma quantidade suficiente para a realização do ensaio, descartando os primeiros 10 mL do filtrado. A quantidade de líquido do filtrado deve ser suficiente para preencher totalmente a célula de condutividade.
- Rinsar a célula de condutividade com água destilada ou desmineralizada, até que água de rinsagem apresente condutividade  $\leq 5 \mu\text{S}/\text{cm}$ .
- Rinsar a célula de condutividade duas vezes com o filtrado e determina a condutividade à 25°C.
- Repetir a medição três vezes e obter o valor médio.

### 5.1.3 Determinação de umidade

- O ensaio deverá ser realizado em duplicata para se obter o valor médio.
- Retirar uma quantidade de amostra representativa do abrasivo a ser analisado.
- Colocar o cadinho de porcelana ou de vidro vazio em estufa à temperatura de  $(110 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  por 15 minutos.
- Retirar o cadinho e deixá-lo resfriar em dessecador.
- Pesar o cadinho vazio, em uma balança com exatidão de 0,0001 g, e anotar o peso ( $P_0$ ).
- Transferir, aproximadamente, 10,0 g do abrasivo para o cadinho vazio e pesar ( $P_1$ ).
- Levantar o cadinho contendo o abrasivo para a estufa a  $(110 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$  por 3 horas.
- Retirar o cadinho com o abrasivo e deixá-lo resfriar em dessecador.
- Pesar o cadinho e anotar o peso ( $P_2$ ).
- Calcular a umidade, U, expressa em porcentagem de massa, usando a equação:

$$\%U = \frac{(P_1 - P_0) - (P_2 - P_0)}{(P_1 - P_0)} \times 100, \text{ onde}$$

$P_0$  = peso do cadinho vazio, em g

$P_1$  = peso do cadinho + abrasivo, em g

$P_2$  = peso do cadinho + abrasivo, após secagem na estufa a  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , em g.

### 5.1.4 Determinação de pH

- Utilizar um eletrodo e um medidor de pH calibrados. Realizar uma verificação da medição de pH, anteriormente à análise da amostra de abrasivo, com padrões de pH, dentro do prazo de validade e segundo procedimentos do manual do equipamento.
- Retirar uma quantidade de amostra representativa do abrasivo a ser analisado.
- Transferir cerca de 20 g do abrasivo para um erlenmeyer de 125 mL com tampa.

- Adicionar 40 mL de água destilada no erlenmeyer, fechando-o com tampa e agitando vigorosamente.
- Deixar o erlenmeyer em repouso por 3 horas, agitando-o moderadamente a cada 1 hora.
- Filtrar o conteúdo do erlenmeyer através de um papel de filtro rápido, e recolher o filtrado num bécher de 50 mL.
- Introduzir um eletrodo de pH no filtrado e anotar a leitura obtida do medidor de pH.
- Repetir o ensaio três vezes e obter o valor médio.

### 5.1.5 Impurezas

- Retirar uma alíquota do abrasivo e colocá-la sobre um papel filtro.
- Espalhar o material sobre o papel de filtro e verificar, com auxílio de uma lupa, se o abrasivo está contaminado com pó, mica, pedra e outros materiais.
- Transferir uma alíquota do abrasivo para um tubo de ensaio e adicionar uma pequena quantidade de água destilada ou desmineralizada, tampar e agitar vigorosamente.
- Filtrar o conteúdo do tubo de ensaio, através de papel de filtro rápido, e recolher o filtrado em outro tubo de ensaio.
- Verificar se há alteração na cor da água do filtrado. Em caso positivo, será um indicativo da presença de argila.

### 5.1.6 Análise granulométrica dos abrasivos

- Utilizar peneiras com tampa e fundo. As peneiras devem ser resistentes, de modo a impedir a fuga do material durante o peneiramento.

**Tabela 3 – Altura máxima do perfil de rugosidade em função da granulometria do abrasivo.**

Abrasivo	Tamanho máximo de partículas que atravessa a peneira		Altura máxima do perfil (µm)
	Abertura, mm	Mesh (*)	
<u>Granalha de aço</u> (partículas angulares) (**)			
G 40 – G 80	0,42	40	60
G 25 – G 50	0,7	25	85
G 18 – G 40	1,0	18	90
G 16 – G 25	1,2	16	100
G 12 – G 16	1,7	12	200
<u>Granalha de aço</u> (partículas esféricas) (**)			
S 110	0,6	30	50
S 230	1,0	18	80
S 280	1,2	16	90
S 330	1,4	14	95
Bauxita sinterizada	0,4	40	80

(\*) Peneiras conforme especificação ABNT NBR ISO 2395

(\*\*) De acordo com SAE J444

- A seleção das peneiras, a serem utilizadas no ensaio, deverá ser feita levando-se em consideração o perfil de rugosidade que se deseja obter ou então de acordo com a solicitação

feita por ocasião da compra do abrasivo. A Tabela 3 mostra a abertura das peneiras e a altura máxima do perfil de rugosidade que pode ser obtido em função da granulometria dos abrasivos.

- Todas as peneiras, bem como o recipiente do fundo coletor, deverão ser pesados, em uma balança analítica com exatidão de 0,1 g, antes de iniciar o ensaio ( $P_0$ ).
- As peneiras deverão ser montadas de tal forma que as de maior abertura fiquem situadas na parte superior.
- Retirar uma quantidade de amostra representativa do abrasivo a ser analisado.
- Pesar uma quantidade suficiente de abrasivo, de acordo com o diâmetro das peneiras que serão utilizadas ( $P_A$ ).
- Adicionar o abrasivo na peneira superior, tampá-la e agitar o conjunto de peneiras, vigorosamente, com movimentos circulares, por 3 minutos.
- Em seguida, pesar cada uma das peneiras com o abrasivo retido ( $P_1$ ).
- Determinar o percentual retido em cada peneira utilizando a fórmula:

$$\%R_n = \frac{P_1 - P_0}{P_A} \times 100, \text{ onde:}$$

$\%R_n$  = Percentual de abrasivo retido numa determinada peneira

$P_0$  = Peso da peneira vazia, em g

$P_1$  = Peso da peneira + abrasivo, em g

$P_A$  = Peso da amostra do abrasivo, em g

### 5.1.7 Determinação da dureza

- Retirar uma quantidade de amostra, representativa do abrasivo a ser analisado.
- Examinar o abrasivo em microscópio, com capacidade de 10 x de ampliação, e verificar se grãos de diferentes cores e diâmetros estão presentes. Selecionar estes grãos e separá-los.
- Colocar os grãos selecionados entre duas lâminas de vidro. Aplicando-se uma pressão com os dedos, mover lentamente uma lâmina contra outra por 10 segundos.
- Examinar a superfície da lâmina de vidro. Se esta apresentar ranhuras, o abrasivo pode ser considerado como tendo uma dureza < 6, de acordo com a escala mohs. Se não ocorrer a formação de ranhuras, o abrasivo é considerado com uma dureza  $\geq 6$ .

### 5.1.8 Determinação da massa específica

- Utilizar uma balança analítica com exatidão de 0,01 g e um picnômetro do tipo Gay-Lussac com tampa, com capacidade de, aproximadamente, 50 mL.
- Retirar uma quantidade de amostra, representativa do abrasivo a ser analisado.
- Secar o abrasivo a temperatura de  $(110 \pm 5)$  °C por 1 hora. Deixá-lo resfriar até a temperatura ambiente em dessecador.
- Pesar o picnômetro vazio ( $m_1$ ) e transferir para o mesmo aproximadamente 10 g do abrasivo seco, pesando novamente ( $m_2$ ). Utilizar luvas de pano limpas para manusear o picnômetro.
- Adicionar água destilada ao picnômetro até que este fique completamente cheio.
- Introduzir a tampa e com suavidade agite o picnômetro para deslocar o ar presente no abrasivo.
- Remover a tampa e completar o picnômetro com água. Introduzir a tampa, forçando o excesso de água para fora.
- Cuidadosamente, secar externamente o picnômetro, verificar se não há bolhas presentes no

interior do mesmo e pesá-lo ( $m_3$ ).

- Esvaziar o picnômetro, retirando toda a água e o abrasivo. Lavá-lo até retirar todo resíduo do abrasivo.
- Completá-lo com água destilada e introduzir a tampa, forçando o excesso de água para fora.
- Secar todo picnômetro por fora, verificando se não há presença de bolhas de ar em seu interior e pesá-lo ( $m_4$ ).
- Calcular a massa específica ( $M_\epsilon$ ) do abrasivo, em  $\text{g/cm}^3$ , usando a equação:

$$M_\epsilon = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \times M_w, \text{ onde:}$$

$m_1$  = é a massa, em gramas, do picnômetro vazio

$m_2$  = é a massa, em gramas, do picnômetro + abrasivo

$m_3$  = é a massa, em gramas, do picnômetro + abrasivo + água

$m_4$  = é a massa, em gramas, do picnômetro + água

$M_w$  = massa específica da água, em  $\text{g/cm}^3$ , na temperatura do ensaio

### 5.1.9 Verificação da presença de óleo em abrasivo reciclado

Este ensaio é aplicável, principalmente, aos abrasivos que estão em utilização. O objetivo é verificar se durante o processo de jateamento, os abrasivos estão contaminados com óleo.

- Retirar 30 g de amostra do abrasivo que está sendo utilizado no processo de jateamento.
- Transferir esta amostra de abrasivo para uma proveta e, em seguida, adicionar 50 mL de água destilada ou até ultrapassar a quantidade de abrasivo.
- Tampar o tubo de ensaio ou a proveta e agitar vigorosamente.
- Observar se há presença de óleo na superfície da água ou se ocorreu alteração de cor da água.

### 5.2 Jateamento Abrasivo Seco

Executar inspeção visual da superfície, com a finalidade de se averiguar a existência de óleo, graxa, tintas ou argamassa, em 100 % da área a ser tratada. Verificar o grau inicial de oxidação da superfície (A, B, C ou D) de acordo com a norma ISO 8501-1 e, caso existente, as condições da pintura antiga.

Avaliar a qualidade dos abrasivos, conforme ensaios do item 5.1 e critérios de aceitação do item 6 desta Norma.

Não devem ser executados trabalhos de jateamento abrasivo seco em superfícies passíveis de ficarem molhadas antes da pintura, quando as superfícies estiverem a uma temperatura inferior a 3°C acima do ponto de orvalho, ou quando a umidade relativa for maior do que 85%.

Os abrasivos devem ser armazenados em ambiente confinado e seco com umidade controlada, se possível com presença de desumidificador.

As condições de operação utilizadas devem ser tais que permitam remover óxidos, sais solúveis, pintura antiga, carepa de laminação e outros contaminantes aderidos à superfície, até atingir o grau de limpeza requerido na norma de pintura.



Após o jateamento, a superfície deve ser limpa por meio de escova, aspirador de pó ou jato de ar seco, de forma a remover grãos de abrasivo e poeira.

Executar inspeção visual de toda a superfície, imediatamente antes da aplicação da tinta de fundo, a fim de verificar se o padrão final de limpeza está de acordo com a norma de pintura. Utilizar os padrões visuais das normas ISO 8501-1 e ISO 8504-2. Nesta inspeção, também deve ser verificado se existem vestígios de óleo, graxa, sais ou umidade.

Efetuar medição do perfil de rugosidade no primeiro metro quadrado (m<sup>2</sup>) da área jateada ou no primeiro metro linear (m), no caso de tubulações; prosseguir com as medições para cada 30 m<sup>2</sup> ou 30 m lineares, respectivamente. Esta medição deve ser feita conforme a norma ASTM D 4417 (método B). Caso a superfície metálica encontre-se com grau de corrosão avançado, com presença de grande quantidade de alvéolos (grau D da norma ISO 8501-1), o método A da referida norma é o indicado.

A aplicação da tinta de fundo deve ser feita no menor prazo de tempo possível, porém não superior a 2 horas, e enquanto a superfície jateada atender ao padrão especificado. Com o passar do tempo, a superfície tende a oxidar, podendo haver a necessidade de novo jateamento.

### **5.3 Jateamento Abrasivo Úmido e Hidrojateamento, com e sem Abrasivos**

Executar inspeção visual da superfície, com a finalidade de se averiguar a existência de óleo, graxa, tintas ou argamassa, em 100 % da área a ser tratada. Verificar o grau inicial de oxidação da superfície (A, B, C ou D) de acordo com a norma ISO 8501-1 e, caso existente, as condições da pintura antiga.

A água utilizada deve ser limpa, clara, transparente, incolor, inodora, isenta de sais, de inibidores de corrosão e de outros contaminantes, com condutividade eletrolítica de, no máximo, 10 µS/cm e com pH na faixa de 6,5 a 7,5.

As condições de operação utilizadas devem ser tais que permitam remover óxidos, sais solúveis, pintura antiga, carepa de laminação e outros contaminantes aderidos à superfície, até atingir o grau de limpeza requerido na norma de pintura. Caso haja carepa de laminação, deve-se optar por outros processos de tratamento de superfície diferentes do hidrojateamento, sem abrasivos.

Após o tratamento, a superfície deve ser rigorosamente limpa por meio de jato de água senta de sais e outros contaminantes, de forma a remover, antes do início da pintura, resíduos de abrasivo, sais solúveis e outros materiais desagregados da superfície.

Executar inspeção visual de toda a superfície, imediatamente antes da aplicação da tinta de fundo, a fim de verificar se o padrão final de limpeza está de acordo com a norma de pintura. Utilizar os padrões visuais das normas ISO 8501-1, ISO 8504-2, SSPC-VIS 4 e SSPC-VIS 5. Nesta inspeção, também deve ser verificado se existem vestígios de óleo, graxa, sais ou umidade.

Efetuar medição do perfil de rugosidade no primeiro metro quadrado (m<sup>2</sup>) da área jateada ou no primeiro metro linear (m), no caso de tubulações; prosseguir com as medições para cada 30 m<sup>2</sup> ou 30 m lineares, respectivamente. Esta medição deve ser feita conforme a norma ASTM D 4417 (método B). Caso a superfície metálica encontre-se com grau de corrosão avançado, com



presença de grande quantidade de alvéolos (grau D da norma ISO 8501-1), o método A da referida norma é o indicado.

A tinta a ser aplicada diretamente sobre a superfície deve ser tolerante às condições do substrato após o tratamento, além de atender às normas Eletrobras. A superfície pode apresentar-se já seca, ou com umidade residual. A aplicação da tinta de fundo deve ser feita levando-se em consideração tais condições e o estado de oxidação da superfície antes da pintura, seguindo-se as recomendações do fabricante da tinta.

O intervalo de tempo decorrido entre a lavagem da superfície com água e a aplicação da tinta de fundo, deve ser o menor possível nas condições de trabalho. Este procedimento visa diminuir, notadamente em ambientes agressivos (marinho e industrial), a concentração de cloretos e outras substâncias indesejáveis na superfície e, também, a intensidade da oxidação superficial (*flash rust*).

Após a lavagem e secagem da superfície, caso tenha ocorrido a formação de *flash rust*, este não deverá ser superior ao grau leve estabelecido na norma SSPC-VIS4. Além disso, antes da aplicação da tinta de fundo, nas áreas com *flash rust*, deverá ser realizado um tratamento manual com escova de aço para a retirada dos produtos de corrosão não aderentes, seguido da remoção do pó e/ou lavagem com água limpa, isenta de sais, com condutividade eletrolítica de, no máximo, 10  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e pH entre 6,5 e 7,5, antes de receber a tinta de fundo.

## 6. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

### 6.1 Abrasivos

Os abrasivos serão aceitos para os processos de tratamento de superfície, desde que atendam aos seguintes critérios de qualidade, conforme os ensaios realizados e descritos no item 5.1 desta Norma.

- Na análise de cloreto, se a cor do filtrado, após a adição da solução de nitrato de prata, mudar de amarela para avermelhada, o abrasivo é considerado aprovado para uso. Caso contrário, se a cor do filtrado, após a adição da solução nitrato de prata, permanecer amarela, o abrasivo é considerado reprovado para uso.
- O valor da condutividade do extrato aquoso não deve ser superior a 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25  $^{\circ}\text{C}$ .
- Somente para os abrasivos que vão ser utilizados no jateamento por via seca, o valor de umidade aceitável é, no máximo, 0,2%. Caso o abrasivo apresente umidade superior a este índice, deve ser rejeitado.
- O abrasivo é aceito para utilização, quando o pH de seu extrato aquoso estiver na faixa de 6,5 a 7,5.
- Em relação a impurezas, o abrasivo, para ser aprovado para uso, deve estar isento de argila, mica, pó e outras contaminações.
- O abrasivo é aceito para utilização quando, pelo menos, 80% encontrar-se dentro da faixa granulométrica específica para a obtenção do perfil de rugosidade desejado. Outros critérios poderão ser adotados, desde que acordados entre as partes interessadas.
- Segundo a norma ISO 11127-4, a dureza mohs requerida, para abrasivos não metálicos, deve ser no mínimo 6.
- O valor da massa específica deverá estar em conformidade com a especificação técnica de cada tipo de abrasivo.

O abrasivo não deverá apresentar contaminação de óleo. Caso isto ocorra, recomenda-se verificar se os filtros separadores do óleo e água estão funcionando adequadamente e se as peças que estão sendo jateadas também estão contaminadas. O abrasivo contaminado deverá ser retirado de uso.

Durante o jateamento abrasivo seco, se for constatada a presença de oxidação no abrasivo, deve-se jatear uma área de 1 m<sup>2</sup> com o abrasivo oxidado, passar uma vassoura de pelo, aspirador de pó ou ar comprimido para remoção da poeira e, posteriormente, aplicar uma fita adesiva, similar àquela utilizada em testes de aderência, sobre a superfície jateada. Se for constatada a presença de poeira de oxidação aderida à fita, o abrasivo deve ser rejeitado.

Todo abrasivo rejeitado implica em substituição por novo abrasivo que deve atender aos padrões de qualidade estabelecidos nesta Norma. A responsabilidade e os custos para adequação a tais requisitos ficam a cargo da empresa contratada.

## **6.2 Água**

A água utilizada nos tratamentos de superfície deve atender aos requisitos do item 5.3 desta Norma. A água usada nas etapas de lavagem, antes e após os tratamentos de superfície, deve ser limpa, isenta de sais, com condutividade eletrolítica de, no máximo, 10 µS/cm e pH entre 6,5 e 7,5. Deve ser realizada análise da água em laboratório idôneo para atestar sua qualidade. Não se deve utilizar qualquer tipo de inibidor de corrosão na água. O não atendimento a estes requisitos implica em rejeição da água e sua troca até que sejam atendidos tais critérios de qualidade. A responsabilidade e custos envolvidos para adequação a este requisito ficam a cargo da empresa contratada.

## **6.3 Grau de Limpeza de Superfície**

A superfície, quando inspecionada deve apresentar aspecto idêntico aos padrões fotográficos das normas ISO 8501-1, ISO 8504-2, SSPC-VIS 4 e SSPC-VIS 5, atendendo as respectivas normas de pintura.

No caso de tratamentos com água, a superfície deve estar completamente seca se a tinta de fundo não for tolerante a umidade residual ou molhada, apresentando no máximo, uma oxidação superficial leve e bem aderida [*flash rust* leve (L)]. Mesmo assim, é necessário fazer, nestas áreas, um escovamento manual para a remoção de óxidos não aderentes, seguido de limpeza para retirada do pó. Em caso de ocorrência de graus de oxidação, superficiais mais elevados, deve-se seguir orientação do fabricante da tinta para adequação do grau de oxidação da superfície. Para isso, pode-se realizar um tratamento complementar com escova de aço ou hidrojateamento com pressão mínima de 21 MPa (3.000 psi).

O não atendimento aos requisitos de aceitação do grau de limpeza da superfície implica em retrabalho para adequação a tais requisitos. A responsabilidade e custos envolvidos para isto ficam a cargo da empresa contratada.

## **6.4 Perfil de Rugosidade**

O perfil de rugosidade deve ficar compreendido entre 1/4 e 1/3 da espessura total do esquema de

pintura. As empresas Eletrobras reservam-se no direito de alterar estes limites em função das características técnicas de certos esquemas de pintura. O hidrojateamento à alta pressão ou à ultra-alta pressão não confere rugosidade à superfície. Portanto, não deve ser usado para superfícies metálicas que ainda não foram submetidas ao jateamento abrasivo.

O não atendimento aos requisitos de perfil de rugosidade da superfície implica em retrabalho para adequação a tais requisitos. A responsabilidade e custos envolvidos para isto ficam a cargo da empresa contratada.

## **7. SEGURANÇA**

### **7.1 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)**

Somente será permitido o trabalho do jatista (operador de jateamento) com EPI. No mínimo, o jatista deve estar usando: equipamento autônomo de respiração (garrafa de ar comprimido), óculos de segurança e ou protetores faciais; roupa de jatista insuflada, totalmente vedada, impermeável e de resistência comprovada ao impacto do abrasivo; protetor auricular adequado à atividade e com fator de atenuação para reduzir a exposição ao ruído aos níveis aceitáveis. O operador de máquina de jato abrasivo e ajudante, em locais confinados, deve fazer uso dos mesmos equipamentos de proteção preconizados para o jatista; em locais não confinados, deve fazer uso de máscara com filtro mecânico (contra poeira) e protetor auricular adequados.

O jatista que estiver operando equipamento de jateamento abrasivo úmido ou hidrojateamento (à alta ou ultra-alta pressão), em ambientes abertos, deve usar, no mínimo: capacete com protetor facial/visor basculante (de plástico resistente); protetor auricular; capa plástica de mangas compridas e luvas, todos impermeáveis; bota de couro com biqueira de aço; pistola operada somente pelo acionamento de 2 gatilhos simultaneamente. Em ambientes confinados, deve usar, no mínimo: capacete com protetor facial/visor basculante (de plástico resistente) e ar comprimido; protetor auricular; capa plástica de mangas compridas e luvas, todos impermeáveis; bota de couro com biqueira de aço; pistola operada somente pelo acionamento de 2 gatilhos simultaneamente; lanterna presa diretamente sobre a pistola, com feixe de luz direcionado para frente.

### **7.2 Processos de Jateamento e Hidrojateamento**

Os compressores de ar que atendem às máquinas de jateamento abrasivo devem fornecer ar comprimido isento de óleo e água, além de estarem posicionados a uma distância mínima de 10 m das máquinas de jateamento, e atenderem à norma regulamentadora NR-13 quanto à inspeção e teste hidrostático.

As mangueiras de água devem ser especificadas para suportar pressões de até 1,5 das pressões de trabalho.

Quando o processo for realizado em ambientes confinados, deverá existir sistema de exaustão e captação do material particulado com filtragem ou decantação do pó, que deve ser recolhido e devidamente tratado. Quando realizado em ambiente aberto, todos os cuidados devem ser tomados para que o abrasivo suspenso não seja respirado por pessoas que estejam trabalhando nas adjacências.

Em relação à coleta, armazenamento e descarte de resíduos, estas atividades deverão ser executadas em conformidade com a legislação vigente e/ou segundo orientação do órgão ambiental local.

Os requisitos estabelecidos nos itens anteriores são exigências mínimas para a realização dos serviços de jateamento abrasivo e hidrojateamento. Portanto, recomenda-se para maiores esclarecimentos consultar a legislação vigente, principalmente para situações não contempladas nesta Norma.

## **8. HISTÓRICO DE REVISÕES**

Não se aplica.

## **9. ANEXOS**

Todos os serviços de jateamento abrasivo seco, úmido e hidrojateamento, com e sem abrasivo terão que ser devidamente documentados, através do preenchimento correto dos relatórios correspondentes: Relatório de Inspeção de Pintura (RIP), Relatório de Não Conformidade (RNC) e Relatório de Inspeção de Abrasivos (RIA). É importante ressaltar que os relatórios têm que ser preenchidos pelo inspetor de pintura, de forma clara, legível e sem rasuras. Os serviços de pintura só serão aceitos após a aprovação dos mesmos por parte da fiscalização das empresas Eletrobras.

Os padrões de formulários de RIP e RNC são apresentados na NE-001. A seguir, apresenta-se o padrão de formulário de RIA.



## Relatório de Inspeção de Abrasivos (RIA)

RIA (n°)

Data:

Tipo de Abrasivo:

Fornecedor:

Referência/Lote:

Quantidade Recebida:

Ensaio	Resultado	Observações
Inspeção Visual (impurezas)		
Teor de Cloreto (cor)		
Condutividade do Extrato Aquoso ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )		
Teor de Umidade (%)		
pH		
Granulometria		
Dureza (mohs)		
Massa Específica ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )		

### Documentação Fotográfica

Foto	Descrição das Fotos
1	
2	

Foto 1:

Foto 2:

Avaliação Final:

\_\_\_ Aprovado

\_\_\_ Reprovado

\_\_\_\_\_  
Inspetor, Empresa Contratada  
(nome, matrícula)

\_\_\_\_\_  
Inspetor, Controle de Qualidade Empresa Eletrobras  
(nome, matrícula)