

CARACTERIZAÇÃO DA PREPARAÇÃO SUPERFICIAL DE SUBSTRATOS METÁLICOS POR MEIO DE UM JATEAMENTO ROTATIVO

David Coverdale Rangel Velasco ⁽¹⁾ (davidc.r.v2014@gmail.com), Felipe Perissé Duarte Lopes ⁽¹⁾ (felipeperisse@gmail.com), Noan Tonini Simonassi ⁽¹⁾ (noantoninisimonassi@gmail.com), Carlos Maurício Fontes Vieira ⁽¹⁾ (vieira@uenf.br)

⁽¹⁾ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF); Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV)

RESUMO: A preparação superficial possui significativa influência sobre a eficácia da pintura. Esta visa remover a camada superficial de oxidação, bem como proporcionar uma rugosidade superficial que favoreçam o desempenho de tintas e revestimentos. Neste sentido, este trabalho visa avaliar a preparação superficial obtida por um método alternativo, o jateamento rotativo. A preparação superficial foi realizada disco rotativo denominado Perago, da marca Tercoo, sendo avaliado o grau de limpeza superficial, a rugosidade proporcionada, bem como se estes possibilitaram obter uma adesão satisfatória. O grau de limpeza superficial foi classificado segundo a ISO 8501 por meio de uma avaliação superficial. A rugosidade superficial (parâmetros Ra e Rz) foi avaliada por meio de um rugosímetro da Mitutoyo, modelo SJ-201P. A adesão foi mensurada conforme a ASTM D4541, por meio de um aparelho da Defelsko e modelo PosiTest AT. Por meio deste trabalho foi possível caracterizar o tratamento superficial, sendo observado o grau de limpeza mais elevado (SA.3), bem como os parâmetros de rugosidade Ra ($5,06 \pm 0,34 \mu\text{m}$) e Rz (igual a $50,93 \pm 0,75 \mu\text{m}$). Por fim, segundo os resultados obtidos no ensaio de adesão, pode-se considerar este tratamento superficial satisfatório para o revestimento utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: Pintura, revestimento, preparação superficial.

DESCRIPTION OF THE SURFACE PREPARATION OF METALLIC SUBSTRATES BY ROTATING BLASTER

ABSTRACT: Surface preparation has a significant influence on paint effectiveness. This aims to remove the surface layer of oxidation, as well as provide a surface roughness that favors the performance of paints and coatings. In this sense, this work aims to evaluate the surface preparation obtained by an alternative method, the rotary blasting. Surface preparation was performed using a rotating disc called Perago, from the Tercoo brand, evaluating the degree of surface cleaning, the roughness provided, as well as whether these allowed to obtain a satisfactory adhesion. The degree of surface cleanliness was classified according to ISO 8501 through a surface evaluation. The surface roughness (Ra and Rz parameters) was evaluated using a Mitutoyo rugosimeter, model SJ-201P. Adherence was measured according to ASTM D4541, using a Defelsko device and model PosiTest AT. Through this work it was possible to characterize the surface treatment, observing the highest degree of cleanliness (SA.3), as well as the roughness parameters Ra ($5.06 \pm 0.34 \mu\text{m}$) and Rz (equal to $50.93 \pm 0.75 \mu\text{m}$). Finally, according to the results obtained in the adhesion test, this surface treatment can be considered satisfactory for the coating used.

KEYWORDS: Painting, coating, surface preparation.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

1. INTRODUÇÃO

A pintura em geral possui duas finalidades: proteger e/ou alterar a aparência de algo, sendo industrialmente utilizada como principal meio de proteção contra corrosão de metais. Contudo, seja qual for a finalidade, é de suma importância que a superfície a ser revestida seja preparada previamente, pois esta preparação possui significativa influência sobre a adesão dos revestimentos (LYON, BINGHAM e MILLS, 2017; POURBAIX, 1973).

A preparação de superfície consiste em executar ações que ao fim resultem em uma superfície limpa e rugosa. Entre os métodos de empregados, o jateamento abrasivo se destaca por sua eficiência, sendo um dos métodos mais empregados na preparação de superfície para pintura. Devido as restrições no uso da areia como abrasivo¹, a utilização de outros abrasivos como a granalhas de aço, a bauxita sinterizada e escoria de fundição de cobre tem crescido. Contudo, devido ao seu custo, muito destes abrasivos são utilizados somente em locais fechados visando o reaproveitamento dos abrasivos. Acrescenta-se ainda que isto é importante também para evitar o contato com a umidade, que no caso da granalha de aço por exemplo, inutilizaria o abrasivo (GENTIL, 2011; HENRIQUE, OLIVEIRA e RAMOS, 2017; SINGH, UJJAINWALA e KUMAR, 2018).

Neste sentido, visando obter uma alternativa ao jateamento abrasivo com mais flexibilidade de uso, foi desenvolvida uma ferramenta rotativa denominada Perago, FIGURA 1. Esta ferramenta consiste em um disco emborrachado com pontas de metálicas que ao ser acoplado em furadeiras possibilita simular um jateamento abrasivo e é considerada um jateamento rotativo.



FIGURA 1. Perago. Fonte: Tercooamerica (2021).

¹ O jateamento com areia seca tem tido seu uso restrito em todo o mundo, e em muitos países está proibido. Isto se deve a fragmentação dos particulados de areia durante o jateamento que libera pequenos particulados de SiO_2 que ao serem inalados tendem a resultar em uma doença pulmonar denominada silicose.

O tratamento superficial obtido por meio do jateamento abrasivo é apresentado em diversos trabalhos como os de Hübner *et al.* (2020), Palau *et al.* (2010) e Carvas (2019). Nestes trabalhos foram avaliados os tratamentos superficiais em diferentes materiais, variando a distância e ângulo de abrasivos. Acrescenta-se ainda, que também existem normas que tratam acerca do tratamento superficial obtido de acordo com o abrasivo utilizado, como a N-9 elaborada pela Petrobras (2013).

No entanto, diferente do que pode ser observado no tratamento superficial com jateamento abrasivo, não é observada a mesma disponibilidade de trabalhos científicos sobre o jateamento rotativo. Ao pesquisar *superficial treatment "Rotating Blaster"* na base de dados do *Science Direct* não é obtido nenhum registro, enquanto utilizando o mesmo termo no google é possível obter mais de 700 resultados. Mesmo na base do google acadêmico, onde é possível encontrar dois resultados, os trabalhos encontrados não correspondem a ferramenta que fora apresentada na Figura 1. O que indica uma demanda de trabalhos acadêmicos sobre este método de tratamento superficial. Neste sentido, este trabalho avalia o tratamento superficial proporcionado por um jateamento rotativo, bem como se o mesmo é capaz de proporcionar um desempenho satisfatório.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi dividida em quatro subseções, sendo elas apresentadas a seguir.

2.1. Substrato metálico

O substrato metálico utilizado é constituído de aço carbono 1020, sendo este inicialmente inspecionado visualmente a procura da presença de óleo, graxa, vernizes, etc. Uma vez livre destes produtos, a superfície foi limpa até que fossem removidas eventuais ferrugens, primers e outros materiais estranhos por meio de um jateamento rotativo utilizando a ferramenta que fora ilustrada na FIGURA 1.

2.2. Avaliação da limpeza superficial

O grau de limpeza superficial foi classificado de acordo com o aspecto visual conforme os padrões estabelecidos pela ISO 8501-1, FIGURA 2. A superfície foi avaliada também quanto a presença de contaminantes por meio de uma microscopia confocal, sendo esta realizada por meio de um microscópio Confocal Olympus LEXT, disponível no LAMAV da UENF, sendo a magnificação utilizada igual a 432x.

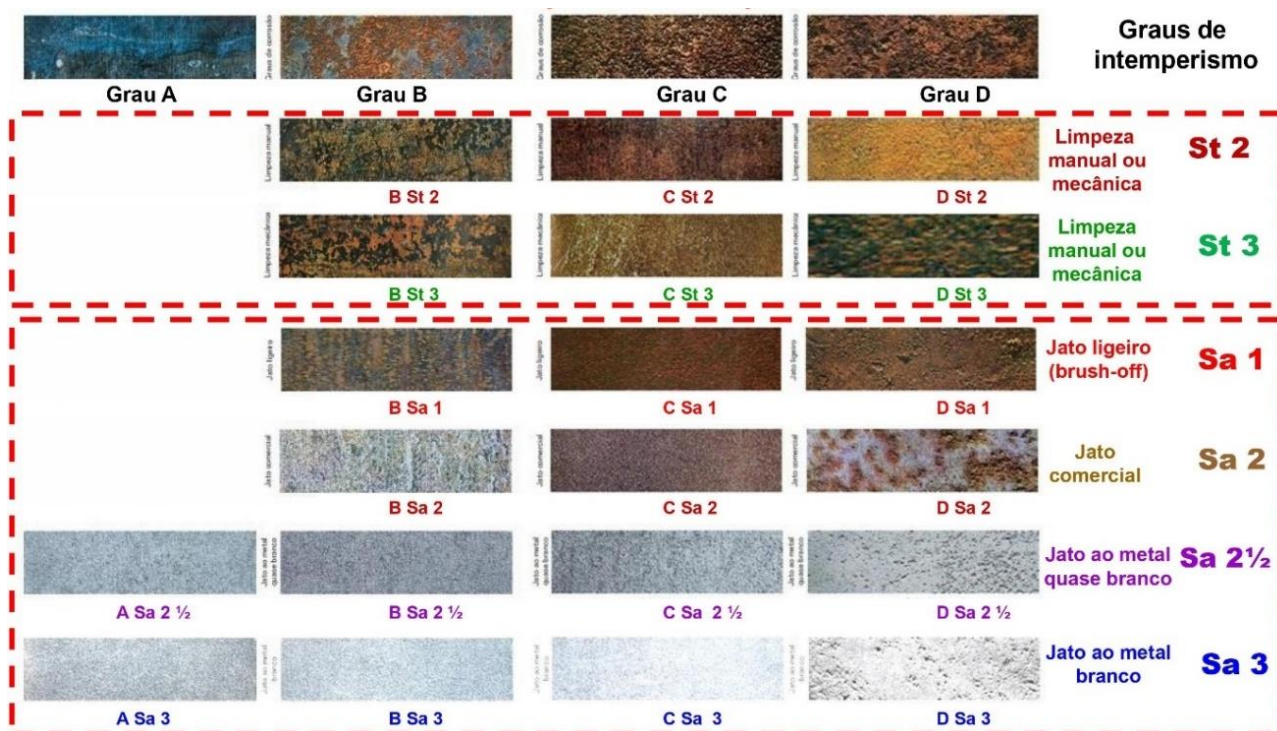


FIGURA 2. Exemplos de grau de limpeza conforme a ISO 8501-1. Fonte: Gnecco e Matsumoto (2017).

2.3. Avaliação da rugosidade do substrato metálico

A rugosidade do substrato metálico foi avaliada por meio de um rugosímetro de marca Mitutoyo, modelo SJ-201P, disponível no LAMAV da UENF, FIGURA 3, por meio de três medidas defasadas entre si em 120° conforme a ISO 4287.

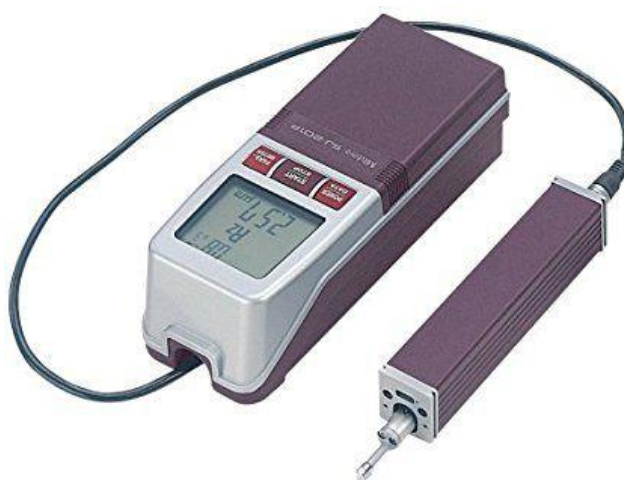


FIGURA 3. Rugosímetro utilizado. Fonte: Seginstrumentos (2021).

Existem variadas métricas relacionadas a rugosidade, sendo os parâmetros mais utilizados os R_a e R_z , sendo estes utilizados neste trabalho. O primeiro consiste na média aritmética dos valores absolutos de rugosidade auferida em determinado trecho, FIGURA 4 (a), enquanto o segundo consiste em dividir este trecho em cinco partes de igual comprimento e fazer a média da máxima distância pico-vale de cada parte, FIGURA 4 (b) (DAS *et al.*, 2016; MACEK e WOŁCZAŃSKI, 2017).

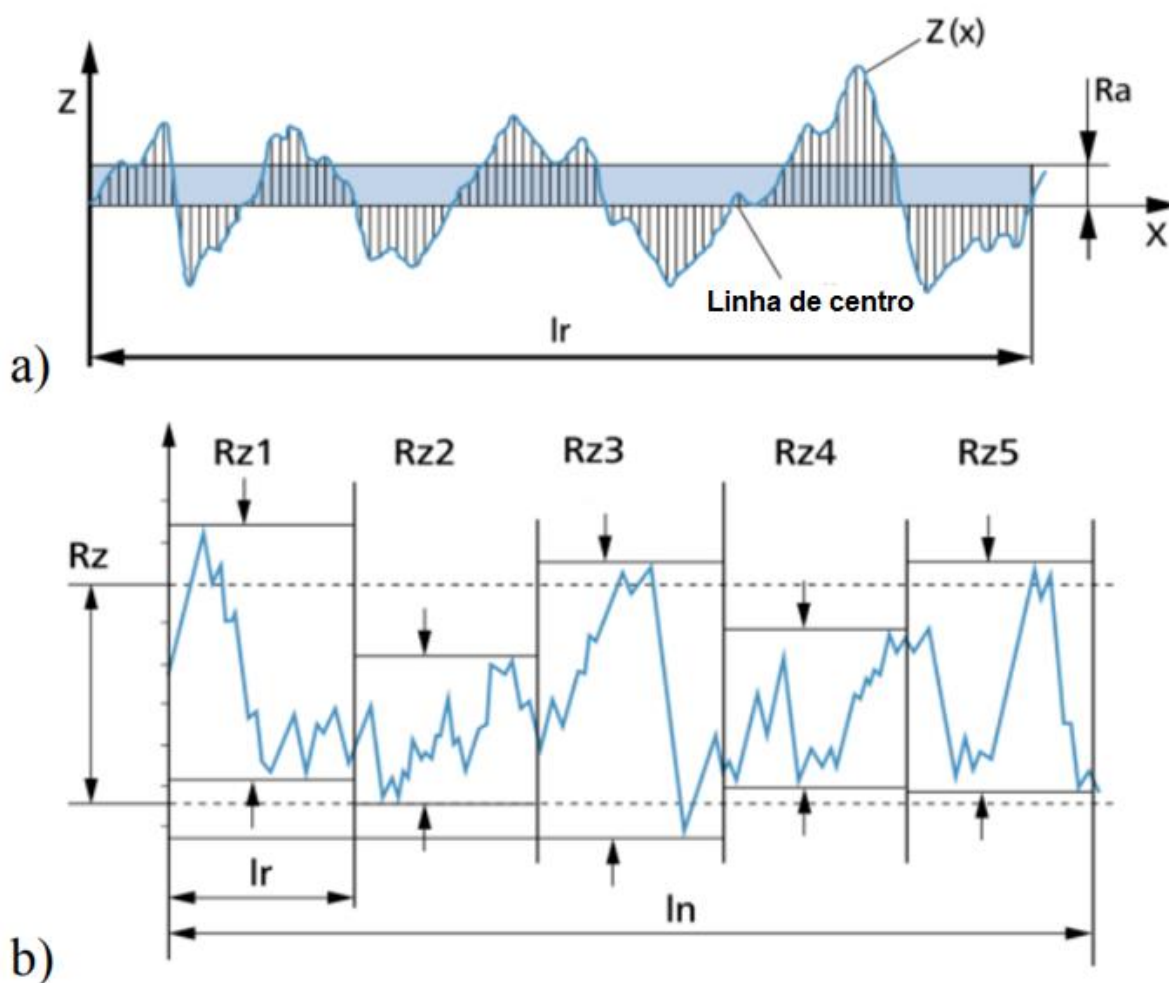


FIGURA 4. Representação dos parâmetros de rugosidade: (a) R_a ; (b) R_z . Fonte: Adaptado de Macek e Wołczański (2017).

2.4. Avaliação da adesão dos revestimentos

As amostras utilizadas foram placas de aço carbono com dimensões iguais a 150 x 50 x 6 mm, com uma camada de revestimento igual a 800 μm . O revestimento utilizado é uma formulação de matriz epoxídica, Diglicidil Éter De Bisfenol A / Trietileno Tetramina (DGEBA/TETA), com carga cerâmica.

O aparelho utilizado para a realização do ensaio é comercializado pela *Defelsko*, FIGURA 5, e está disponível na Smartcoat – Macaé. A velocidade de ensaio foi de 1MPa/s, o diâmetro do *Dolly* utilizado foi de 20 mm e cola utilizada prender o *dolly* no revestimento foi a resina epóxi 8265-S da JB Weld.



FIGURA 5. Aparelho de *pull off*. Fonte: Blastingexperts (2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões foram divididos em três subseções, sendo estas apresentadas a seguir.

3.1. Avaliação da limpeza superficial

O resultado da limpeza superficial pode ser observado na FIGURA 6, sendo possível classificar o mesmo como “jato ao metal branco”, grau de limpeza SA.3. Este grau de limpeza é o maior na classificação da ISO 8501-1, o que possibilita afirmar, que quanto a este critério, o tratamento superficial adotado foi satisfatório.



FIGURA 6. Apresentação de uma superfície durante o processo de limpeza superficial.

Acrescenta-se ainda, que diferente do que pode ser encontrado em superfícies jateada com particulados como areia, exemplificado pela FIGURA 7 (a), ao observar a FIGURA 7 (b) não foi percebida a presença de particulados. O que benéfico, visto que contaminação da interface com particulados tende a reduzir o desempenho de tintas e revestimentos (NACE, 2013).

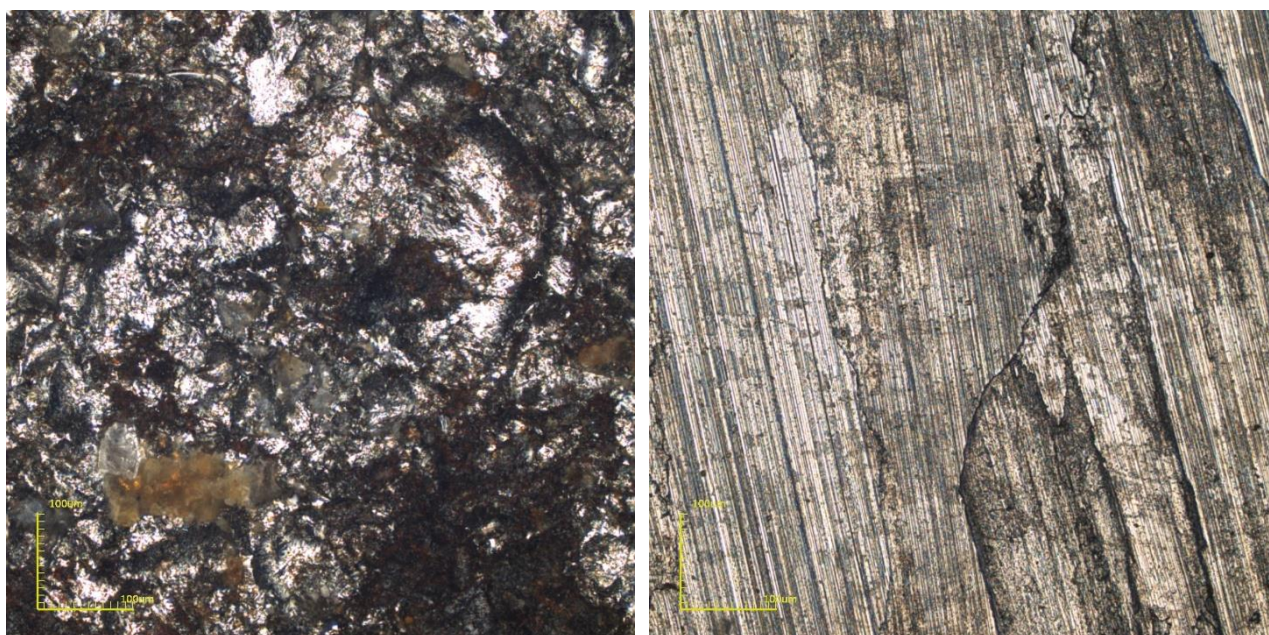


FIGURA 7. Apresentação de uma superfície da limpeza superficial. (a) exemplo de jateamento abrasivo com areia; (b) Jateamento rotativo obtido neste trabalho.

Acrescenta-se ainda que ao comparar as Figuras supracitadas é possível observar uma diferença no grau de limpeza, sendo visível como que o tratamento com Grau SA.3, obtido por meio do jateamento rotativo, implica em uma limpeza superficial elevada.

3.2. Avaliação da rugosidade do substrato metálico

A rugosidade obtida foi caracterizada pelos parâmetros Ra e Rz, sendo observado o valor de Ra igual a $5,06 \pm 0,34 \mu\text{m}$ e o valor de Rz igual a $50,93 \pm 0,75 \mu\text{m}$. O último é superior ao observado em jateamentos abrasivos em trabalhos como o de Carvas (2019), cerca de $35 \mu\text{m}$. Contudo, a rugosidade superficial proporcionada pelo jateamento abrasivo varia significativamente de acordo os parâmetros adotados no mesmo (CARVAS, 2019; PETROBRAS, 2013).

Assim, não é possível dizer que necessariamente o resultado observado neste trabalho será superior ou inferior ao obtido pelo jateamento abrasivo, sendo necessária uma caracterização dos mesmos para possibilitar a comparação direta entre os métodos.

3.3. Avaliação da adesão dos revestimentos

Os ensaios de adesão por arrancamento indicaram uma resistência a adesão do revestimento igual a $21,25 \pm 2,63$ MPa, valor este que possibilita aplicar o revestimento até mesmo em situações com exigências de adesão elevadas como a proteção interna de tubulações (PETROBRAS, 2015).

No entanto, além do valor de adesão, é necessário observar a existência de falhas do tipo A/B. Isto é, falhas entre o revestimento e o substrato metálico que podem indicar uma má preparação superficial. Contudo, conforme demonstra a FIGURA 8, não foi observado este tipo de falhas no revestimento avaliado, o que reforça a existência de uma boa preparação superficial (FRAGATA *et al.*, 2008).



FIGURA 8. Apresentação do resultado obtido por meio do ensaio de adesão por arrancamento.

4. Considerações finais

Por meio deste trabalho foi possível caracterizar o tratamento superficial obtido por um jateamento rotativo utilizando um perago, bem como que o tratamento superficial resultou em um desempenho satisfatório do revestimento aplicado. O que indica que este método pode ser utilizado em procedimentos de pintura.

Contudo, a utilização de outros revestimentos podem ensejar em requisitos de tratamento superficial diferentes (SHERWIN WILLIAMS, 2008). O que implicaria na necessidade de avaliar se tratamento superficial, que fora caracterizado neste trabalho, é ou não satisfatório para outros materiais.

REFERÊNCIAS

BLASTINGEXPERTS. Defelsko positest at series - medidor adhesión. Disponível em: <https://blastingexperts.com/Web_final/DeFelsko-PosiTest-AT-Series-adhesion.php>.

CARVAS, G. S. F. Efeito autorreparador em primer carregado com inibidor de corrosão encapsulado em haloisita. Dissertação—São Paulo (SP): Escola Politécnica da Universidade São Paulo, 2019.

DAS, B. *et al.* Development of an in-situ synthesized multi-component reinforced Al–4.5%Cu–TiC metal matrix composite by FAS technique – Optimization of process parameters. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, v. 19, n. 1, p. 279–291, mar. 2016.

FRAGATA, F. *et al.* Ensaios de aderência de esquemas de pintura pelo método de tração (pull-off) – avaliação de fatores que influenciam os resultados. v. 27, n. 4, p. 122–129, 2008.

GENTIL, V. Corrosão. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

GNECCO, C.; MATSUMOTO, S. Padrões Visuais Fotográficos de Limpeza de Superfícies Análise Crítica e Discussão Técnica. In: Seminário Brasileiro de Pintura Anticorrosiva. Rio de Janeiro, 2017.

HENRIQUE, P.; OLIVEIRA, D.; RAMOS, J. E. T. Análise de estrutura de ferro em mirante do sítio carvão em Pereiro - CE. Anais do II CONAPESC. Anais... In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Campina Grande: 2017.

HÜBNER, H. B. *et al.* Avaliação da rugosidade gerada pelo processo de jateamento em diferentes distâncias do bocal à peça. In: HOLZMANN, H. A.; DALLAMUTA, J. (Eds.). *A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica 2*. Atena Editora, 2020. p. 22–30.

ISO, 4287. Geometrical Product Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Terms, definitions and surface texture parameters. International Organization for Standardization, 1997.

LYON, S. B.; BINGHAM, R.; MILLS, D. J. Advances in corrosion protection by organic coatings: What we know and what we would like to know. *Progress in Organic Coatings*, v. 102, p. 2–7, jan. 2017.

MACEK, W.; WOŁCZAŃSKI, T. Analysis of fracture roughness parameters of S355J2 steel and EN AW-2017A-T4 aluminium alloy. *ITM Web of Conferences*, v. 15, p. 06002, 2017.

MOLDE INJEÇÃO PLÁSTICOS. Home. Disponível em: <<http://moldesinjecaoplasticos.com.br/parametros-de-avaliacao-da-rugosidade-acabamento-superficial/>>. Acesso em: 30 ago. 2021.

NACE, SP 0394. Application, Performance, and Quality Control of Plant-Applied Single-Layer Fusion-Bonded Epoxy External Pipe Coating. Houston: National Association of Corrosion Engineers, 2013.

PALAU, J. C. F. *et al.* Avaliação dos efeitos da aplicação do jateamento abrasivo a seco na superfície do aço de ultra-alta- resistência 300M-ESR. v. 16, n. 2, p. 9, 2010.

PETROBRAS, N.-9. Tratamento de Superfícies de Aço com Jato Abrasivo e Hidrojateamento. Brasília: Petróleo Brasileiro, 2013.



PETROBRAS, N.-2843. Revestimento Interno de Tubos. Brasília: Petróleo Brasileiro, 2015.

POURBAIX, M. Lectures on Electrochemical Corrosion. Boston, MA: Springer US, 1973.

SEGINSTRUMENTOS. Locação de rugosímetro mitutoyo modelo SJ-201. Disponível em: <<https://www.seginstrumentos.com.br/locacao/locacao-de-rugosimetro-mitutoyo-modelo-sj-201>>.

SHERWIN WILLIAMS. Epoxy Coatings Guide: A complete guide of epoxy coatings for industrial and marine applications. Ohio: Industrial & Marine Coatings, 2008.

SINGH, A.; UJJAINWALA, F.; KUMAR, R. Modelling and fabrication of Abrasive Jet Machine. v. 05, n. 01, p. 7, 2018.

TERCOOAMERICA. Tercoo: TRIPLE Rotating Blaster Disc TER4101003. Disponível em: <<https://tercooamerica.com/products/tripple-rotating-blaster-disc>>.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.