

Estudo de viabilidade da vitrificação automotiva em estruturas metálicas em relação a dureza, oxidação e blindagem à água

RESUMO

Para melhoria da durabilidade das edificações deve-se verificar novas técnicas e produtos para a proteção de seus materiais. O objetivo deste estudo é analisar a viabilidade técnica de um vitrificador projetado para automóveis ao ser aplicado em estruturas metálicas. Realizaram-se quatro ensaios, em três vigas de aço, durante 20 semanas. Os resultados mostraram que o produto atende às expectativas em relação à resistência ao risco para ferramentas até a sua dureza, a blindagem à água, inibindo seu acúmulo e facilitando seu escoamento, e a resistência à oxidação nas condições estipuladas neste trabalho. Entretanto, o vitrificador não foi capaz de cessar a oxidação já iniciada anteriormente em uma das vigas. Conclui-se, portanto, que o uso do produto é viável para aplicação em vigas metálicas quando relacionado a blindagem à água, a resistência a riscos e a resistência à oxidação quando comparado ao uso de tintas ou vigas metálicas sem proteção.

PALAVRAS-CHAVE: Metais. Vitrificador. Resistência. Intempéries. Coeficiente de arrasto.

Vanessa Montoro Taborianski
<http://orcid.org/0000-0001-8711-4729>
vmontorot@gmail.com
FATEC Victor Civita e Centro
Universitário Armando Álvares
Penteado - FAAP, São Paulo, São
Paulo.

Beatriz Pereira Bagon
beatrizbagon@hotmail.com
FATEC Victor Civita, São Paulo,
São Paulo.

Bruno Maia Silva
brunomaias@gmail.com
FATEC Victor Civita, São Paulo,
São Paulo.

Vinícius Roberto de Sylos Cassimiro
<http://orcid.org/0000-0001-8711-4729>
vinicius.cassimiro@fatec.sp.gov.br
FATEC Victor Civita, São Paulo,
São Paulo.

INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado de grandes metrópoles mundiais tem ocasionado problemas ambientais locais como chuva ácida e ilhas de calor, cujos efeitos somam-se às mudanças climáticas globais provocadas pelo aumento da emissão de gases de efeito estufa. Dentro da indústria da construção civil, a redução da durabilidade das edificações devido aos impactos ambientais deve ser uma preocupação dos profissionais da área buscando, permanentemente, a adequação dos materiais de construção utilizados, objetivando evitar custos e danos desnecessários na construção e manutenção das mesmas.

A ABNT NBR 15.575-1 (2013) define durabilidade como a capacidade do edifício ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas, até um estado limite de utilização. Desse modo, deve-se verificar, com base nas características climáticas locais, novas técnicas e produtos para a proteção dos materiais de construção, aumentando sua durabilidade.

A utilização de produtos vitrificadores na construção civil pode causar um impacto positivo a curto prazo, elevando a qualidade do nível de proteção atual e reduzindo a frequência de manutenções preventivas, além de estabelecer uma relação de custo benefício rentável para as obras, principalmente as que irão utilizar estruturas metálicas em grande parte da edificação.

Segundo Michaelis (2017), vitrificar significa converter em vidro ou dar o aspecto de vidro. Desse modo, o termo vitrificação pode ser considerado como a ação de converter em vidro. Este termo é utilizado em diversas áreas do conhecimento como odontologia (PEREIRA, 2010), criopreservação (WOWK, 2010; AMORIN et al, 2011) e automobilística. Nesta última, vitrificação pode ser entendida como um processo de proteção para a pintura de um automóvel (MARUM, 2010). Para isso, a vitrificação cria uma película resistente protegendo a pintura contra às intempéries, sujeiras, raios ultravioletas, fezes de animais, seivas vegetais, entre outros fatores degradantes de superfícies metálicas.

Existem no mercado três tipos de vitrificadores: o 9H, 7H e 5H. Seus nomes são equivalentes às suas respectivas durezas na escala do grafite. Segundo Klein (2012), dureza pode ser definida como a resistência que uma superfície lisa de um mineral oferece ao risco. A verificação da dureza é a determinação da resposta de uma estrutura cristalina à tensão sem ruptura, ou seja, expor a estrutura da qual se deseja determinar a dureza a esforços como clivagem, fratura, desmembramento entre outros. A Figura 1 compara as escalas absoluta; Mohs e do grafite, aqui chamada de lápis. A classificação que mede a resistência ao risco é a escala Mohs. Tomando como referência a dureza do diamante, que é definida como 10, são definidas categorias, sempre comparando-as com as durezas de materiais naturais. (ABNT NBR 13.818, 1997).

Figura 1 – Comparativo dos valores de diversas escalas para produtos de revestimento automotivo



Fonte: VX45coat (2021)

Segundo VX45 *ceramic coat* (2021), os vitrificadores possuem durezas que variam de 3 a 7 Mohs. Os vitrificadores com 3 Mohs possuem durabilidade média de 1 ano e são mais conhecidos como selantes, enquanto que os de 7 Mohs duram 3 anos, desde que seja feita a manutenção correta utilizando-se as informações contidas no certificado de garantia do vitrificador.

Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade técnica de um produto vitrificador projetado para automóveis ao ser aplicado em estruturas metálicas de edifícios para protegê-las das condições climáticas, aumentando sua durabilidade e reduzindo sua necessidade de manutenções.

METODOLOGIA

Para este trabalho, realizou-se uma análise comparativa entre três vigas de aço A36, nomeadas como A, B e C e com as seguintes características:

- Viga A: perfil I com 50 cm de comprimento, 7 cm de largura e 10 cm de altura, com aplicação de uma demão de tinta esmalte sintético na cor vermelha da marca Dacar.
- Viga B: perfil I com 50 cm de comprimento, 7 cm de largura e 10 cm de altura, com aplicação de uma demão de tinta esmalte sintético na cor vermelha da marca Dacar e uma aplicação do produto vitrificador VX45 *ceramic coat* fabricado pela Alcance Química, com valor 7 na escala Mohs.
- Viga C: perfil I com 78 cm de comprimento, 10 cm de largura e 15,7 cm de altura na qual, inicialmente, metade foi mantida no estado natural e na outra metade foi aplicada apenas uma camada de tinta esmalte sintético na cor vermelha da marca Dacar.

A viga C foi utilizada para estudar a capacidade de blindagem à oxidação do produto vitrificador na região intermediária tinta-metal. Para isso, ao final das dez primeiras semanas, a viga foi limpa e apenas no lado com tinta foi aplicada uma camada do produto. A Figura 2 apresenta as três vigas avaliadas neste trabalho.

Figura 2 - Vigas A, B e C utilizadas no estudo



Fonte: Elaboração própria

Nessas três vigas de aço, realizaram-se quatro ensaios, descritos a seguir:

1. Ensaio para determinação da dureza, baseado na norma ABNT NBR ISO 10.545-1 (2017);
2. Ensaio para avaliar a resistência à oxidação às intempéries;
3. Ensaio para avaliar a blindagem à água por meio do coeficiente de arrasto, e
4. Ensaio para avaliar a possibilidade de cessar a oxidação no trecho tinta – metal.

Ensaio para determinação da dureza de Mohs

Para realizar este ensaio, utilizou-se o método baseado no Anexo V da ABNT NBR 13.818 (1997), consistindo em um ensaio para determinação da dureza do corpo de prova tendo a escala Mohs como referência.

No ensaio foram utilizados os seguintes objetos para avaliação da dureza:

- a) Moeda de cobre, com dureza 3,5 na escala Mohs;
- b) Pregão de aço, com dureza 5,5 na escala Mohs, e
- c) Lima temperada, com dureza entre 6,5 e 7,5 na escala Mohs, dependendo da afiação, idade da ferramenta e condições nas quais ela foi armazenada, respectivamente.

A Figura 3 apresenta os objetos utilizados para riscar as vigas ensaiadas.

Figura 3 - Objetos utilizados para riscar as vigas ensaiadas



Fonte: Elaboração própria

Para a preparação dos corpos-de-prova as vigas A e B foram apoiadas sobre uma superfície rígida e, em seguida, aplicou-se um esforço uniforme, sobre as vigas, com os objetos escolhidos. Esse procedimento foi repetido quatro vezes, com cada material estipulado, para se obter o resultado final.

Ensaio de resistência à oxidação devido às intempéries

As vigas A, B e C foram expostas por um período de 20 semanas, com início no dia 5 de julho de 2019 e término no dia 22 de novembro de 2019, numa área aberta, localizada na região central do Município de São Paulo, com análises semanais de sua deterioração. No final de cada semana, realizou-se uma comparação visual dos corpos-de-prova.

O período de exposição das vigas foi compreendido entre duas estações climáticas, inverno e primavera, sendo levantadas as médias semanais das temperaturas máximas e mínimas e da pluviosidade no local do ensaio para verificação das condições climáticas de exposição dos corpos-de-prova.

Apesar deste ensaio ter o objetivo de comparar apenas as vigas A e B para analisar se o produto vitrificador de fato retarda ou inibe a oxidação, as três vigas foram expostas às condições climáticas e observadas juntas, pois havia a necessidade da viga C passar pelos processos de oxidação para realizar a sua análise no trecho tinta – metal.

Ensaio de blindagem à água por meio do coeficiente de arrasto

Para este ensaio, foi realizada uma análise aplicando-se cinquenta mililitros de água nas vigas A e B e observando-se seu comportamento quanto ao acúmulo do líquido.

Para uma segunda análise, as vigas foram inclinadas a 45° por cinco segundos para verificar a agilidade do escoamento da água. A inclinação de 45° foi definida para simular a execução de uma treliça metálica com essas vigas.

Ensaio de possibilidade de cessar a oxidação no trecho tinta-metal (*in natura*)

Este ensaio foi realizado com base em uma análise visual e fotográfica devido à ausência de normas. Nas mesmas 20 semanas do ensaio de resistência à oxidação, a viga C ficou exposta às intempéries.

Após as 10 primeiras semanas, avaliou-se se a oxidação do lado *in natura* seria capaz de atingir o lado apenas com o esmalte. Nesse momento, o produto vitrificador foi aplicado para analisar se o mesmo conseguiria cessar a progressão da oxidação ao longo das 10 últimas semanas de exposição.

RESULTADOS

Resultados quanto à determinação da dureza

A Tabela 1 apresenta as imagens das vigas A e B após os ensaios com os diversos objetos utilizados

Tabela 1 - Imagens das vigas A e B após os ensaios para a determinação da dureza

Objeto utilizado	Viga A	Viga B
Moeda de cobre		
Prego de aço		
Lima temperada		

Fonte: Elaboração própria

Utilizando-se a moeda de cobre, pode-se observar que, na viga A, a primeira pressão desgasta uma pequena porção de tinta, porém segue sem maiores danos, enquanto que, na viga B, segue fluída sem danos, apenas deixando uma leve marca do movimento realizado.

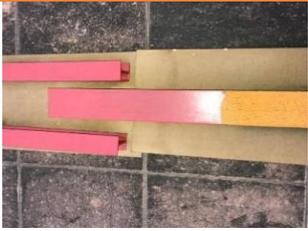
O segundo objeto utilizado, prego de aço, desliza suavemente na viga A, sem nenhuma interrupção, tirando apenas uma camada superficial da tinta, porém mais profunda do que no caso da moeda. Na viga B, o prego desliza suavemente apenas danificando superficialmente a camada do produto vitrificador.

Com a lima temperada aplicada sobre a viga A, houve a remoção da tinta. Na viga B, a lima também foi capaz de remover o produto vitrificador, atingindo a viga metálica. A Tabela 1 apresenta as imagens das vigas A e B após os ensaios com os diversos objetos utilizados.

Resultados quanto à resistência à oxidação devido às intempéries

Os resultados observados, para este ensaio, nas vigas A, B e C após 5, 10, 15 e 20 semanas de ensaio são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados da exposição das vigas A, B e C às condições climáticas ao longo de 20 semanas

Semana	Imagem das vigas A, B e C	Observação
5		A diferença do estado das vigas desde o começo dos ensaios foi pouco perceptível.
10		A viga C, na metade com tinta e na metade <i>in natura</i> , foi limpa e aplicou-se uma camada do produto vitrificador para analisar se é possível o produto retardar os efeitos da oxidação.
15		Verificou-se que, apesar da aplicação do vitrificador, a oxidação do lado <i>in natura</i> da viga C atingiu o lado com tinta e o vitrificador. Não se observaram mudanças nas vigas A e B.
20		Não houve chuvas durante o período, deixando as vigas empoeiradas e manchadas. A viga C manteve uma oxidação em pontos aleatórios da peça.

Fonte: Elaboração própria

Os resultados mostram que, apesar da aplicação do vitrificador na 10ª semana na viga C, a oxidação do lado *in natura* atingiu o lado com a tinta e o vitrificador.

Não se observaram mudanças nas vigas A e B durante a 5ª e 20ª semana do ensaio.

Resultados quanto à blindagem à água por meio do coeficiente de arrasto

As imagens das vigas A e B na posição horizontal e inclinadas em um ângulo de 45° em relação ao piso, além das características observadas nos dois casos, são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados das vigas A e B paralelas ao piso e ângulo de 45°

Vigas	Paralela ao piso	Em ângulo de 45° em relação ao piso	Observações
A			Verificou-se que, em alguns pontos da viga, houve o acúmulo da água e seu escoamento, em seguida, foi lento.
B			Verificou-se que a água não se acumulou, escoando completamente para fora da viga.

Fonte: Elaboração própria

Os resultados demonstram que a água escoou de forma mais rápida na viga B, que possui o produto vitrificador, do que na viga A, que possui uma demão de tinta esmalte sintético.

Resultados quanto à possibilidade de cessar a oxidação no trecho tinta-metal (*in natura*)

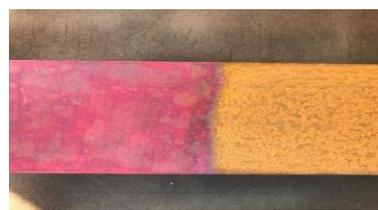
As Figuras 4 e 5 apresentam os resultados obtidos quanto à possibilidade do vitrificador cessar a oxidação no trecho tinta-metal.

Figura 4 - Oxidação atingindo a região com tinta a partir da terceira semana



Fonte: Elaboração própria

Figura 5 - Oxidação atingindo a tinta com o produto vitrificador a partir da décima terceira semana



Fonte: Elaboração própria

Nas duas primeiras semanas o lado *in natura* da viga C oxidou e, a partir da terceira semana, a oxidação começou a atingir a região com a tinta (Figura 4).

Da terceira semana até a décima semana a oxidação progrediu ao longo da viga, porém, apenas superficialmente.

Na décima semana limpou-se o lado com tinta e foi aplicada uma camada do produto vitrificador para avaliar se o mesmo cessaria a progressão da oxidação. Porém, na décima terceira semana, já foi possível notar que a oxidação atingiu o produto vitrificador (Figura 5).

DISCUSSÕES

Sobre a determinação da dureza

Ao realizar o ensaio de dureza, é esperado que o produto vitrificador suporte o risco de materiais até sua dureza, ou seja, 7 na escala Mohs, segundo as suas especificações (VX45 *CERAMIC COAT*, 2021).

Após realizar o teste com a moeda de cobre pode-se perceber que ambas as vigas resistem completamente ao risco do objeto sem danos, demonstrando que tanto o esmalte como o produto vitrificador resistem ao grau de dureza 3,5 na escala Mohs.

Quando executado o risco com o prego de aço, pode-se analisar que, tanto na viga A quanto na B, o mesmo retira apenas uma camada superficial da tinta e do vitrificador sem provocar danos relevantes. Desse modo, verifica-se que as vigas resistem completamente ao grau de dureza 5,5 na escala Mohs.

A última análise deste teste foi realizada com uma lima temperada. Quando executado o risco da viga A, a lima removeu a primeira camada de tinta. O mesmo ocorreu com a viga B e o produto vitrificador. Isso ocorreu porque a lima possui dureza superior à dos produtos aplicados nas vigas. Em relação ao vitrificador, VX45 *ceramic coat* (2021) afirma que a dureza Mohs desse produto é 7, enquanto que a dureza da lima está entre 6,5 e 7,5 dependendo da afiação, idade da ferramenta e condições nas quais ela foi armazenada, respectivamente. Dessa forma, já era esperado que o produto não resistisse ao risco da lima temperada, que possui dureza superior à do vitrificador.

A Tabela 2 apresenta a comparação entre as vigas A e B com base no teste de dureza, para verificar se o produto vitrificador VX 45 *ceramic coat* atende às especificações do fabricante quando aplicado nas vigas metálicas.

Tabela 2 - Resistência das vigas A e B em relação à dureza

Viga	Dureza conforme a tabela Mohs		
	3,5	5,5	7
A	Completamente	Completamente	Parcialmente
B	Completamente	Completamente	Não resiste

Fonte: Elaboração própria

Os dados apresentados nesta tabela resumem os resultados deste ensaio. Tanto a viga A quanto a B resistiram completamente aos materiais com dureza 3,5 e 5,5. Porém, quando se utilizou um material com dureza 7, a viga A resistiu apenas parcialmente e a viga B não resistiu.

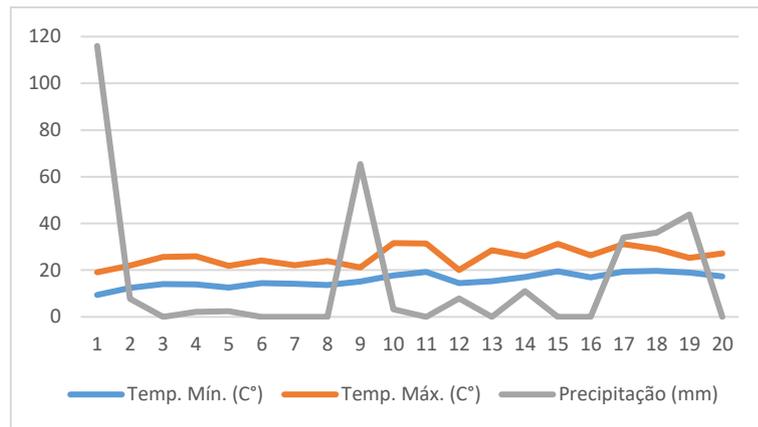
Sobre a resistência à oxidação devido às intempéries

As alterações climáticas, como alternância de temperatura (calor e frio), podem acarretar modificações nas estruturas metálicas e seus revestimentos, como a corrosão. Segundo Gentil (1996), corrosão é a deterioração de um material, geralmente metálico, por ação química ou eletroquímica do meio ambiente aliada

ou não a esforços mecânicos. Essa deterioração representa alterações prejudiciais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, tornando-o inadequado ao uso.

Os corpos-de-prova ficaram expostos às mudanças climáticas da cidade de São Paulo, durante 20 semanas, no período compreendido entre o dia 5 de julho de 2019 e o dia 22 de novembro de 2019. A Figura 6 apresenta a média semanal das temperaturas mínimas e máximas e da precipitação durante este período.

Figura 6 - Temperaturas semanais médias mínimas e máximas e precipitação do local do ensaio no período de 20 semanas.



Fonte: Somar Meteorologia (2019)

Os dados apresentados pela Figura 6 mostram que a amplitude térmica diária, no período, chegou a até 14 °C, houve alguns períodos de precipitação intensa nas duas primeiras semanas, entre a oitava e a décima e entre a décima sexta e a vigésima, e um período bastante seco, entre a terceira e a oitava semanas.

Todas essas variações climáticas provocam desgaste do metal tanto devido às dilatações térmicas, durante as variações de temperatura, quanto em relação à alternância de período de intensa precipitação pluviométrica e de secas.

Entretanto na viga B, que possuía uma camada de vitrificador, não se observou opacidade, oxidação e descascamento da tinta. Além disso, houve facilidade de remoção da poeira acumulada nos períodos de seca, durante as chuvas.

Na viga A, a tinta também protegeu a peça contra a oxidação, porém observou-se opacidade e descascamento da tinta, além de dificuldade de remoção da poeira durante as chuvas.

Em relação à viga C, que não possuía nenhuma camada de proteção ao aço, o processo de oxidação da peça já estava visível na décima semana de exposição às intempéries.

A Tabela 5 apresenta os resultados com base na análise visual de alguns aspectos das vigas comparando-as entre si, após o período de 20 semanas.

Tabela 5 - Resultados da análise visual de alguns aspectos das vigas A e B após as 20 semanas

Viga	Opacidade	Oxidação	Descascamento da tinta	Facilidade na remoção de poeira
A	SIM	NÃO	SIM	NÃO
B	NÃO	NÃO	NÃO	SIM

Fonte: Elaboração própria

Os dados desta tabela resumem os resultados obtidos neste ensaio. A viga A apresentou opacidade e descascamento da tinta e a viga B apresentou facilidade de remoção de poeira ao longo do período analisado.

Sobre a blindagem à água por meio do coeficiente de arrasto

Segundo VX45 *ceramic coat* (2021), a camada criada pelo VX45 é repelente a líquidos, graxas e óleos, o que ajuda a evitar a fixação e acúmulo de sujeiras, tornando as limpezas posteriores mais fáceis de serem executadas.

Comparando os resultados das vigas A e B, verificou-se que a viga B não apresentou acúmulo de água após a aplicação do líquido sobre sua superfície e que essa água escoou rapidamente (menos de 5 segundo), diferentemente da viga A, em que houve acúmulo de água e o escoamento da mesma foi mais lento.

Os resultados das análises das condições finais das vigas após o lançamento da água e a agilidade de escoamento são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Resultados das vigas A e B paralelas ao piso e em um ângulo de 45° em relação ao piso

Viga	Acúmulo da água	Escoamento em 5 segundos
A	SIM	NÃO
B	NÃO	SIM

Fonte: Elaboração própria

Os dados desta tabela resumem os resultados obtidos neste ensaio. Na viga A houve acúmulo da água, enquanto na viga B, que possuía uma camada de produto vitrificador, o escoamento ocorreu em apenas 5 segundos.

Sobre a possibilidade de cessar a oxidação no trecho tinta-metal (*in natura*)

Este ensaio foi realizado apenas na viga C para se avaliar se o produto vitrificador possibilitava a cessão do processo de oxidação iniciado em uma peça metálica, por meio do isolamento da peça ao oxigênio do ar. Tal fato poderia ajudar a reduzir as perdas de seção do aço em componentes metálicos que já estivessem nesse processo.

Entretanto, após a realização do ensaio, verificou-se que, mesmo com a aplicação do vitrificador, após algumas semanas de exposição, verificou-se que a oxidação do lado *in natura* da viga C atingiu o lado com tinta e o vitrificador. Desse modo, o vitrificador não conseguiu cessar o processo de oxidação já instalado anteriormente na peça.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O produto vitrificador atende às expectativas em relação à resistência ao risco, pois garantiu a mesma em todos os ensaios de ferramentas até dureza 7, sofrendo danos relevantes apenas com a lima temperada, que possui dureza superior à sua resistência.

Não foram observadas mudanças drásticas nas vigas durante o tempo de exposição às intempéries, no ensaio de resistência à oxidação. Porém, recomenda-se a continuidade do estudo para esse ensaio verificando-se o comportamento da viga com o vitrificador em períodos de exposição superiores às 20 semanas para se verificar se esse resultado permanece durante períodos de tempo mais longos.

Comparando-se as vigas A e B, conclui-se que a opacidade e capacidade de remoção de sujeira são aspectos importantes dessa análise, pois estas características reduzem as perdas estéticas e manutenções com pinturas e lavagens nas estruturas metálicas.

Na terceira análise, de blindagem à água, pode-se perceber que o produto segue as especificações descritas, apresentando considerável capacidade repelente à água, inibindo seu acúmulo e facilitando seu escoamento.

Na quarta análise, verificou-se que a tinta e o vitrificador não foram capazes de cessar a oxidação já iniciada anteriormente. Entretanto, este trabalho não se aprofundou na investigação dos motivos pelos quais esse efeito ocorreu, pois isto não fazia parte do objetivo deste estudo.

Assim, conclui-se que o uso do produto é viável para aplicação em vigas metálicas quando relacionado a blindagem à água, a resistência a riscos de dureza até 7 na escala Mohs e a resistência à oxidação quando comparado ao uso de tintas ou vigas metálicas sem proteção.

Diante desses resultados, recomenda-se a continuidade dos estudos para viabilidade do uso do vitrificador em estruturas metálicas avaliando sua resistência à oxidação em períodos de tempo superiores a 20 semanas e seu custo em relação aos produtos já utilizados para proteção do aço na construção civil.

Feasibility study of automotive glazing in metal structures in relation to hardness, oxidation and water shielding

ABSTRACT

To improve the durability of buildings, new techniques and products should be checked for the protection of their materials. The aim of this study is to analyse the technical feasibility of a vitrifier designed for cars when applied to metal structures. Four tests were carried out in three steel beams for 20 weeks. The vitrifier product meets expectations regarding risk resistance for tools up to its hardness, the water shielding, inhibiting its accumulation and facilitating its flow, and the oxidation resistance under the conditions stipulated in this work. However, the vitrifier was not able to cease oxidation previously initiated on one of the beams. It is concluded that the use of the product is feasible for application in metal beams when related to water shielding, scratch resistance and oxidation resistance when compared to the use of paints or metal beams without protection.

KEYWORDS: Vitrify. Metallic structure. Hardness. Oxidation. Water.

REFERÊNCIAS

AMORIN, A.A.; CURABA, M.; LANGENDONCKT, A.V.; DOLMANS, M. M.; DONNEZ, J. Vitrification as an alternative means of cryopreserving ovarian tissue. **Reproductive BioMedicine Online**, v.23, n.2, p. 160-186, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.818**. Placas cerâmicas para revestimento: especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: edifícios habitacionais - desempenho – parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 10.545-1**: Placas Cerâmicas - parte 1: Amostragem e critérios para aceitação. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

GENTIL, V. **Corrosão**. LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, 1996.

KLEIN, C. **Manual de ciência dos minerais**. 23. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2012.

MARUM, D. **Entenda o que é cristalização, espelhamento ou vitrificação**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/carros/blog/denis-marum/post/2018/09/14/entenda-o-que-e-cristalizacao-espelhamento-ou-vitrificacao.ghtml>>. Acesso em 7 jun. 2021.

MICHAELIS. **Dicionário escolar língua portuguesa**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 2008.

PEREIRA, P. C. **Efeito da escovação na formação in situ de biofilme dentário inicial e na rugosidade superficial em cerâmica de y-tzp após vitrificação e polimento**. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. São José dos Campos, 2010

SOMAR METEOROLOGIA. **Site institucional**. Disponível em: <<http://www.somarmeteorologia.com.br/institucional/>>. Acesso em 27 nov. 2019.

VX45CERAMIC COAT. **Site institucional**. Disponível em: <<https://vx45.com.br/perguntas-frequentes/#1513703355782-79e78ab6-f3fb>>. Acesso em 8 jun. 2021.

WOWK, B. Thermodynamic aspects of vitrification. **Criobiology**, v.60, n.1, p. 11-22, 2010.

Recebido: 29/10/2021

Aprovado: 17/08/2022

DOI: 10.3895/rts.v18n54.14874

Como citar: TABORIANSKI, V.M. et al. Estudo de viabilidade da vitrificação automotiva em estruturas metálicas em relação a dureza, oxidação e blindagem à água. **Rev. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 18, n. 54, p. 74-88, out./dez., 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfr.edu.br/rts/article/view/14874>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

