

ÓXIDO DE FERRO MICÁCEO (MIOX)

Autor: Celso Gnecco

revisado em março de 2024

RESUMO

Este artigo aborda o pigmento Óxido de Ferro Micáceo (encontrado na literatura em inglês como MIOX ou MIO – Micaceous Iron Oxide), mostrando que este tipo de pigmento não é novo, mas passou muitos anos sem ser comentado no meio dos profissionais de Tintas Anticorrosivas, pois é um pigmento que existe há mais de 130 anos. Apesar do nome deste pigmento ser Micáceo, ele não contém Mica na sua composição. O nome é devido a algumas semelhanças com a Mica (moscovita) pelo brilho e pelo formato lamelar de suas partículas. Com a evolução das modernas Tecnologias das Tintas Anticorrosivas, o pigmento que poderia ser considerado antiquado passou a ser alvo das atenções dos Químicos Formuladores, por pelo menos dois motivos: é um pigmento de formato lamelar (lamelas, plaquetas, escamas, flocos) que favorece a proteção por barreira e principalmente, por ser natural, não exigindo instalações poluidoras ou que contaminem o ambiente no entorno da sua indústria. Não contém metais pesados na sua composição e oferece uma série de benefícios as tintas anticorrosivas, entre eles o de propiciar retenção nas bordas (edge retention).

ABSTRACT

This article addresses the pigment Micaceous Iron Oxide (found in the literature in English as MIOX or MIO – Micaceous Iron Oxide), showing that this type of pigment is not new, but has gone many years without being commented on among professionals of Anticorrosive Coatings, as it is a pigment that has existed for more than 130 years. Although the name of this pigment is Micaceous, it does not contain Mica in its composition. The name is due to some similarities with Mica (Muscovite) due to the brightness and lamellar shape of its particles. With the evolution of modern Anticorrosive Coatings Technologies, the pigment that could be considered antiquated has become the focus of the attention of Formulating Chemists, for at least two reasons: it is a lamellar pigment (lamellae, platelets, scales, flakes) that favors barrier protection and, mainly, because it is natural, not requiring polluting facilities or that contaminate the environment around your industry. It does not contain heavy metals in its composition and offers a series of benefits to anticorrosive paints, including providing edge retention.

Introdução

O Óxido de Ferro Micáceo é um pigmento que vem sendo usado há muitos anos, em tintas para a proteção de aço carbono e poucos sabem como é obtido e quais as suas propriedades.

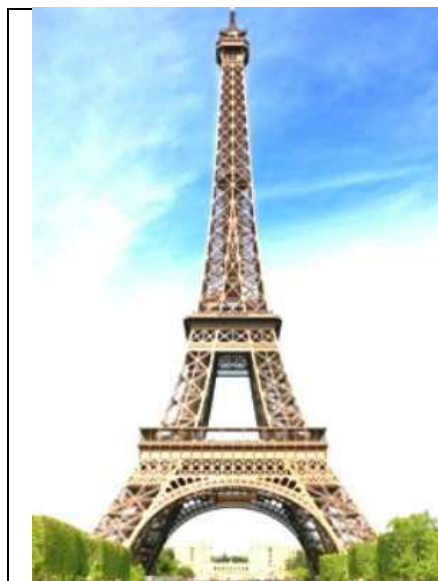
	
<i>Óxido de Ferro Micáceo (MIOX). A rocha</i>	<i>O pigmento MIOX pronto para uso</i>

As maiores jazidas de Óxido de Ferro Micáceo (MIOX ou MIO – Micaceous Iron Oxide) estão na Áustria, embora existam depósitos também na Inglaterra e na China. Entretanto a sua importância na fabricação de tintas anticorrosivas tem levado os Estados Unidos e também o Brasil a utilizar mais o MIOX. Este pigmento não é novidade, mas com a tecnologia de tintas

muito eficientes como alguns Epóxis e principalmente a Epóxi Novolac e as modernas tintas base água, este pigmento, por ser natural e não tóxico está sendo utilizado cada vez mais, pois atende aos requisitos de ser ecológico e de alta eficiência.

Um pouco de história

O Óxido de Ferro Micáceo tem sido usado há mais de um século na Europa, Índia e na Austrália, para formular tintas anticorrosivas para aço. Um exemplo clássico é o seu uso na Torre Eiffel em Paris na França, onde uma tinta com pigmento de Óxido de Ferro Micáceo vem sendo aplicada a esta estrutura de aço desde a sua construção em 1889. Outra obra famosa, que é referência, é a ponte metálica do porto de Sydney na Austrália, construída em 1932.



Torre Eiffel em Paris na França



Ponte metálica do porto de Sydney na Austrália

Acredita-se que o Óxido de Ferro Micáceo tenha sido formado há cerca de 280 milhões de anos atrás, no período Carbonífero quando o minério de Óxido de Ferro foi submetido a um enorme efeito de esmagamento criado por defeitos na crosta terrestre.

Composição

O Óxido de Ferro Micáceo tem uma coloração cinza-metálico brilhante e é um minério natural conhecido também como hematita lamelar (achatado em forma de lâminas). A estrutura lamelar é a sua diferença marcante para o óxido de ferro comum amorfo de cor avermelhada. Sua fórmula química é semelhante a da hematita, ou seja **Fe₂O₃**, que é o Óxido de Ferro comum, vermelho muitas vezes chamado de “vermelhão”, um pigmento usado entre outros exemplos, para colorir cimento. O nome “micáceo” é usado para indicar sua similaridade com a mica em sua forma cristalina. Entretanto, a mica não tem nada a ver com este pigmento. A mica é a Moscovita, mineral com fórmula química Silicato de Alumínio e Potássio (KAl₂(Si₃Al)O₁₀ OH)₂. O Óxido de Ferro Micáceo é mais inerte quimicamente do que o Óxido de Ferro amorfo comum. Ele não é afetado por produtos alcalinos e virtualmente insolúvel em ácidos diluídos, exceto o Ácido Clorídrico. É um pigmento não tóxico, que não sangra (Sangrar quer dizer manchar de vermelho ou róseo uma tinta branca ou clara, quando aplicada sobre uma tinta contendo o Óxido de Ferro vermelho), não provoca Calcinação (ou Gizamento). Calcinação (Chalking) significa deterioração da resina por ação da luz do sol (radiação ultravioleta) e de águas de chuva (Intemperismo). O fenômeno ocorre na resina, mas alguns pigmentos, por sua presença, aceleram ou intensificam o problema causando perda de cor e de brilho. Isto não ocorre com o MIOX

O Óxido de Ferro Micáceo exibe excelente resistência ao calor e boa resistência elétrica.

Obtenção

Como o Pigmento Óxido de Ferro Micáceo é natural, a sua fabricação começa com a remoção da cobertura do depósito do minério, seguido de uso de explosivos para quebrar as rochas em fragmentos de tamanho manejável. As partículas de minério são então moídas com água para dissolver e retirar os sais solúveis, secados e passados através de peneiras vibratórias para classificação e depois empacotados para expedição.

O tamanho final das partículas são de cerca de 5 a 100 µm. O óxido de ferro micáceo é considerado um pigmento grosseiro.

Uma análise de um Óxido de Ferro Micáceo comercial encontra cerca de 92% a 95% de Fe_2O_3 , sendo o restante, óxido de alumínio, cálcio magnésio e sílica. A norma ISO 10601 prescreve que o teor de Ferro expresso como Fe_2O_3 seja de no mínimo 85%

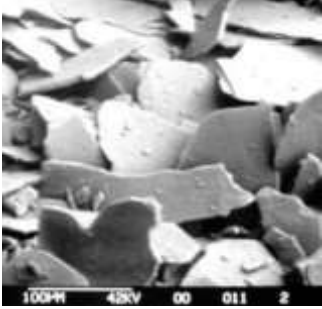
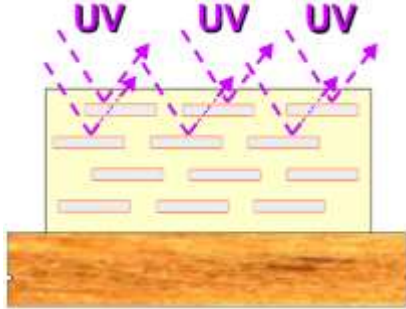
Benefícios do Óxido de Ferro Micáceo nas tintas anticorrosivas

O Óxido de Ferro Micáceo não é um pigmento para tintas de fundo - “primers” como o fosfato de zinco ou o zinco metálico, o zarcão e o cromato de zinco (estes dois eliminados das tintas por conterem metais pesados – chumbo e cromo). Ele é mais usado em tintas intermediárias ou acabamentos, mas pode também ser associado ao zinco, para obter um efeito de proteção catódica juntamente com resistência por barreira em tintas de fundo, tanto em tintas base solventes como base água.

Tabela com os pigmentos usados, ou que já foram usados nas tintas e suas propriedades

Pigmento	Toxicidade			Tolerância a superfície enferrujada
	Aplicação	Solda	Manutenção	
Zarcão	N	N	N	A
Cromato de Zinco	P	P	A	P
Fosfato de zinco	A	A	A	A
Zinco em pó	A	P	A	N
Óxido de Ferro Micáceo	A	A	A	P
A = Aceitável; P = Parcialmente aceitável; N = Não aceitável				

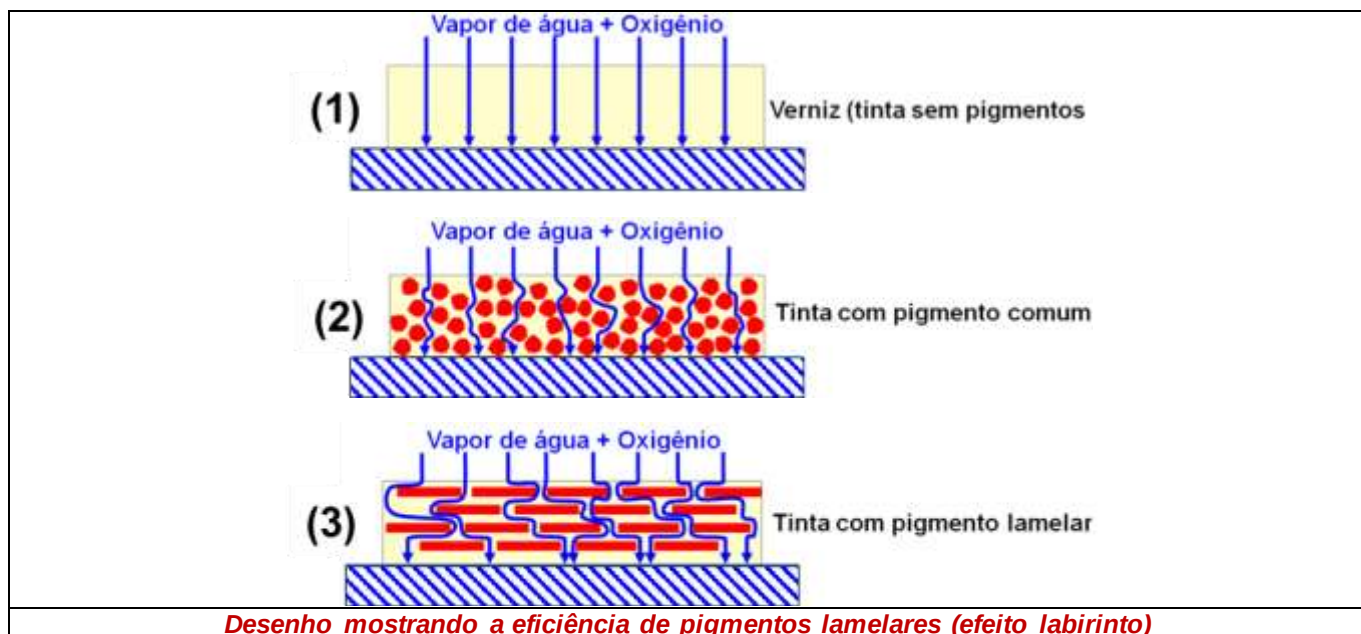
O uso de Óxido de Ferro Micáceo em tintas para proteção do aço é baseado primeiramente na estrutura lamelar do pigmento que reflete a radiação solar em alto grau, da mesma forma que os pigmentos metálicos lamelares, como o Alumínio Leafing, por exemplo. A ação protetiva deste pigmento vai além, e é explicada porque a sua presença faz com que a radiação UV da luz solar penetre poucos micrometros ou mesmo angstroms na camada de tinta que permanece protegida por muitos anos da ação destrutiva da radiação UV sobre os polímeros. Estes pigmentos são usados também em vernizes para madeira chamados “filtro solar”.

	
Microfotografia eletrônica mostrando óxido de ferro micáceo (MIOX)	Efeito de filtro solar do pigmento Óxido de Ferro Micáceo (MIOX) em verniz para madeira

A forma lamelar do pigmento proporciona uma barreira física muito eficiente que dificulta a penetração da umidade na forma de Vapor de água e o Oxigênio da atmosfera, reduzindo a

chance de corrosão. Esta propriedade do pigmento de Óxido de Ferro Micáceo, aumenta a eficiência das tintas na proteção por barreira, tendência das tintas modernas. Os outros mecanismos de proteção contra a corrosão por meio de tintas, como a proteção anódica e a catódica, estão sendo cada vez menos usadas. O motivo desta tendência, deve-se ao desenvolvimento das resinas com maior impermeabilidade, maior coesão (resistência ao impacto e ao desgaste), maior aderência ao substrato e maior espessura por demão. Praticamente não se ouve mais falar em novos pigmentos anticorrosivos que agem por proteção anódica e proteção catódica.

A ação do formato lamelar dos pigmentos de Óxido de Ferro Micáceo na proteção por barreira, pode ser avaliada na ilustração a seguir:



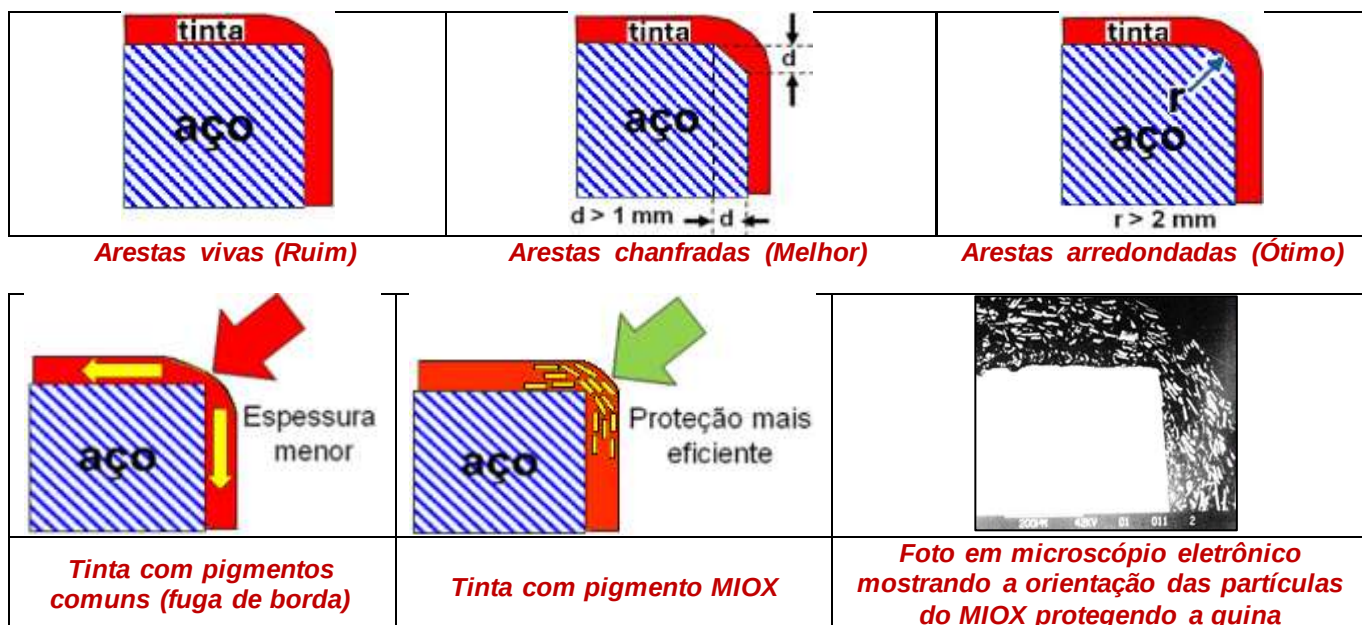
Nos desenhos acima, pode-se observar que o caminho percorrido pelo meio corrosivo (Vapor de água + Oxigênio) para atravessar a película de tinta aumenta do desenho (1) para o (3). Atualmente os polímeros são muito impermeáveis, mas ainda não existe uma resina que seja totalmente impermeável. Como o caminho para o substrato é por meio da resina e não através dos pigmentos, os comuns, ou esferoidais, funcionam como obstáculos, mas as lamelas formam uma barreira muito mais eficiente contra a corrosão. Qualquer pigmento lamelar cumpre muito bem esta função, mas o Óxido de Ferro Micáceo se apresenta como uma alternativa mais interessante, principalmente por ser natural.

O conteúdo de Óxido de Ferro Micáceo nas tintas varia, mas é usualmente alto em tintas de acabamento que são expostas ao intemperismo e mais baixo em intermediárias por causa do tamanho de partículas relativamente grandes e grosseiras. Um dos inconvenientes deste pigmento é a indisponibilidade de cores. Para acabamentos, as cores são muito limitadas e geralmente escuras.

Pequenas quantidades de pasta de alumínio leafing costumam ser adicionadas para melhorar o desempenho e a aparência estética, pois mudam o tom de um cinza escuro para um prateado mais claro.

Outro aspecto significativo de benefício do uso do Óxido de Ferro Micáceo é que ele ajuda a proteger de maneira mais eficiente as arestas vivas e as quinas. O problema de “fuga de borda” comum em tintas convencionais pode ser atenuado quando se usa tintas com pigmentos de Óxido de Ferro Micáceo. Estas tintas são chamadas de “Edge Retentives” ou com Retenção nas Bordas (Edge Retention). O seu uso, se não elimina, minimiza a necessidade de chanfrar ou arredondar as arestas vivas, quinas e cantos.

Na norma ISO 12944-3 existem desenhos que mostram como resolver este assunto no projeto:



Com o uso de tintas contendo Óxido de Ferro Micáceo a tarefa de chanfrar ou arredondar arestas e quinas pode ser reduzida ou até mesmo eliminada.

Como o Óxido de Ferro Micáceo é livre de ingredientes tóxicos, é extremamente útil em tintas para as Indústrias: Alimentícias, Laticínios, Cervejarias, Bebidas em geral e Indústrias Farmacêuticas, entre outras.

Este pigmento tem muito boa aceitação em tintas epóxi base solventes e base água para transformadores. Pode ser utilizado também na tinta Epóxi “Novolac” de cura térmica ou à temperatura ambiente. Nestas tintas, temos a sinergia entre a resina e o pigmento lamelar, ou seja, alta impermeabilidade da resina aliada ao formato lamelar do pigmento MIOX que oferece excelente proteção por barreira, aliada a alta espessura por demão.

Termos e definições da ISO 10601 (Micaceous iron oxide pigments for paints);

Nesta norma, são aplicados os seguintes termos e definições:

Óxido de ferro micáceo pigmento mineral refinado (também conhecido como hematita especular) ou produto manufaturado constituído essencialmente por óxido de ferro (III), Fe_2O_3 , de cor cinzenta com brilho metálico e constituído essencialmente por partículas com forma lamelar. A norma ISO 10601 classifica o pigmento e define métodos de ensaios e valores aceitáveis de propriedades, mínimos e máximos para uso destes pigmentos em tintas anticorrosivas para aço carbono. Alguns critérios de qualidade, de acordo com a norma são:

- Porcentagem de partículas lamelares (mínimo 65% para grau A)
- Teor de Fe_2O_3 (mínimo 85%),
- Cor do produto (cinza-metálico brilhante)
- Distribuição de tamanho de partículas (PSD – Particle Size Distribution)

Exemplos de algumas propriedades de Tintas pigmentadas com MIOX:

Há tintas epóxi fenólicas/aminas de alta espessura (125 μm) por demão, específicas para a pintura interna de tanques nas quais o pigmento de Óxido de Ferro Micáceo proporciona:

- Alta resistência à abrasão
- Alta resistência a formação de bolhas
- Baixa transmissão de vapor de água
- Reforço nas propriedades mecânicas do filme
- Alta resistência à temperatura mais alta do que a do ambiente

- Aumenta a proteção de bordas e arestas vivas (edge retention)
- Com muito boa resistência a uma série de produtos químicos

Há também tintas base água, de fundo (primers) ou intermediárias (undercoatings). Estas tintas são chamadas de WB que quer dizer “Water Based”, de dois componentes que contém Óxido de Ferro Micáceo, que proporciona as seguintes vantagens:

- Pode ser aplicada com pistola convencional
- Boa aplicabilidade.
- Baixo VOC e baixo odor
- Secagem rápida
- Utilização de água para limpeza dos equipamentos e diluição das tintas;
- Apresenta proteção catódica (algumas são formuladas com zinco metálico em associação com o MIOX)
- Boa proteção por barreira por causa do pigmento MIOX que são lamelares
- Bicomponente, similar ao sistema base solvente;

Campo de aplicação:

- Indústrias Petroquímicas;
- Pontes e estruturas de portos;
- Navios, barcos e barcas;
- Indústria de Papel e Celulose
- Partes externas de tubulações localizadas em ambientes marítimos;
- Estruturas e equipamentos expostos em ambientes marítimos;
- Partes externas de transformadores, parte externa do costado de tanques e outros equipamentos expostos em ambientes industriais e marítimos.

Conclusão

O pigmento de Óxido de Ferro Micáceo (MIOX) é conhecido há anos, mas vem sendo mais utilizado em tintas modernas por ser ecológico, isto é, ser natural e não conter metais pesados. Não só por isso, mas também por ter excelente desempenho em tintas anticorrosivas. Forma uma eficiente barreira contra a corrosão porque suas partículas são semelhantes a minúsculas lâminas (lamelar), que se posicionam paralelamente ao plano da superfície da tinta ou do substrato.

É usado em tintas de fundo (primers) e intermediárias, mas também pode ser usado em acabamentos, pois proporciona uma excelente retenção de bordas em arestas vivas, quinas e cantos externos. A única restrição é a pouca oferta de cores. É mais inerte quimicamente do que o óxido de ferro comum, não é afetado por produtos alcalinos ou ácidos. Não é tóxico, possui resistência a abrasão, ao calor e tem boa resistência elétrica e por isso é muito utilizado atualmente em tintas anticorrosivas de alto desempenho. Pode ser usado também em vernizes tipo filtro solar como um aditivo para diminuir os efeitos da radiação ultravioleta sobre o substrato madeira.

Bibliografia:

- JOCCA – Journal of the Oil & Colour Chemists’ Association [JOCCA may 1988, by Herald Press, Stratford-upon-Avon, Warwickshire – A new synthetic process for the manufacture of lamellar iron oxide pigment for use in anticorrosive coatings by E.V. Carter, MPLC-Laboratórios Ltda, Mill Hill, North West Industrial Estate, Peterlee, Durham SR8 2HR, UK](#)
- Karntner Montanindustrie Gesellschaft mbH – Industrial Minerals – Austria
- <https://kmi.at/de/produktuebersicht/eisenglimmer-miox>

- https://abraco.org.br/src/uploads/intercorr/2008/INTERCORR2008_046.pdf
- <https://braschemical.com.br/arquivos/quimicos/mioxsubmicro-25>
- **ISO 10601** – Micaceous iron oxide pigments for paints

Agradecimento:

Agradeço ao amigo **Celso Soldera** pela colaboração prestada fornecendo literaturas e informações a respeito das propriedades do pigmento MIOX.