Tecnologias Modernas de Tintas Anticorrosivas

Autor: Celso Gnecco Revisado em março de 2024

RESUMO:

Como todas as tecnologias de produtos modernos, a tinta industrial para obras novas ou para manutenção (conservação ou reparos), também evoluiu nos últimos anos com desenvolvimento considerável, chegando mesmo a quebrar paradigmas e mudar conceitos tidos até pouco tempo, como imutáveis. Costumo dizer que se uma pessoa ligada ao assunto ficar fora do mercado por uns cinco anos, quando retornar não vai acreditar nas mudanças e nos avanços ocorridos. As tintas chamadas de PC, ou seja, “Protective Coatings” ou Tintas Anticorrosivas são aquelas destinadas a proteger aço carbono, metais não-ferrosos (como zinco, alumínio, cobre ou bronze), concreto e alvenaria.
Neste artigo falaremos um pouco sobre as seguintes tintas: **Epoxi** em geral onde abordaremos os agentes de cura e suas funções, Epóxi altos sólidos e sem solvente para aço e concreto (Low VOC), Epóxi para superfícies preparadas por limpeza mecânica (Surface Tolerants), Epóxi para superfícies e ambientes úmidos (Damp Tolerants), Epóxi livre de alcatrão de hulha para aço e concreto (Epóxi Tar Free), Epóxi de cura rápida (Fast Dry ou Fast Cure), Tintas com Retenção nas Bordas (Edge Retentives), Epóxi de alta resistência química, mecânica e térmica (Novolac), Dois tipos de **Acrílicas** Antimofo base água para aplicação em concreto e alvenaria na indústria, e Acrílicas base água para aplicação diretamente em aço e galvanizados (DTM), Três tipos de **Poliuretano**, o Acrílico Alifático, o Poliuretano Poliéster Alifático e o Poliuretano Poliaspártico.
Estas são apenas algumas das tecnologias de tintas anticorrosivas desenvolvidas para além de proteger as superfícies, proporcionar outros benefícios como proteção do patrimônio, economia, segurança, higiene, produtividade, marketing (pintura de máquinas e de paredes para identidade visual) e acima de tudo, qualidade.

ABSTRACT:

Like all modern product technologies, industrial coating for new works or for maintenance (conservation or repairs) has also evolved in recent years with considerable development, even breaking paradigms and changing concepts that until recently were considered immutable. I usually say that if a person connected to the subject stays out of the market for about five years, when he returns, he will not believe in the changes and advances that have occurred. The so-called PC paints, that is, "Protective Coatings" or Anticorrosive Paints are those intended to protect carbon steel, non-ferrous metals (such as zinc, aluminum, copper or bronze), concrete, and masonry.
In this article we will talk a little about the following paints: Epoxy in general where we will cover curing agents and their functions, High solids and solvent-free epoxy for steel and concrete (Low VOC), Epoxy for surfaces prepared by mechanical cleaning (Surface Tolerants), Epoxy for surfaces and wet environments (Damp Tolerants), Coal tar free epoxy for steel and concrete (Tar Free Epoxy), Fast Curing Epoxy (Fast Dry or Fast Cure), Edge Retentives, High Chemical, Mechanical and Thermal Resistance Epoxy (Novolac), Water-based Anti-Mold Acrylics for application on concrete and masonry in industry, Water-based Acrylics for application directly on steel and galvanizeds (DTM), Aliphatic Acrylic Polyurethane, Aliphatic Polyester Polyurethane and Polyaspartic Polyurethane.
These are just some of the new technologies of anticorrosive paints developed in addition to protecting these surfaces, they provide other benefits such as patrimony protection, economy, safety, hygiene, productivity, marketing (painting machines and walls for visual identity) and above all, quality.

AVANÇOS TECNOLÓGICOS DAS TINTAS:

As tintas modernas, além de protegerem as superfícies de Metal, Concreto e Alvenaria, proporcionam outros benefícios como **Proteção do patrimônio**, **Economia**, **Segurança**, **Higiene**, **Produtividade**, **Marketing** (pintura de máquinas e de paredes para identidade visual) e acima de tudo, **Qualidade**:´

Proteção do patrimônio – Tintas que compõe sistemas de pintura que protegem as estruturas e equipamentos contra a corrosão que o meio ambiente provoca ou que os processos produtivos causam. Produtos bem pintados duram mais (verdade que muitos não enxergam);

Economia – O prolongamento da vida útil das pinturas proporciona menores gastos com manutenção.

Segurança – As cores padronizadas na segurança industrial sinalizam o perigo, identificam o conteúdo de tanques e tubulações e tornam o ambiente mais organizado e seguro;

Higiene – Em indústrias de alimentos, bebidas, laticínios, sucos, e farmacêuticas a manutenção das

instalações e de equipamentos é fundamental. A pintura com cores claras ajuda a manter a limpeza e a assepsia das áreas produtivas para evitar contaminações.

Produtividade – Como os colaboradores das empresas passam a maior parte do dia útil dentro das edificações, estas devem ter suas instalações bem pintadas e com cores adequadas. As cores têm influência no estado de espírito do pessoal. Em ambientes sinalizados, limpos e agradáveis, as pessoas produzem mais, com mais segurança e conforto e por isso são mais felizes. Quem lucra é a empresa.

Marketing – Quando um cliente visita uma empresa e vê que ela é bem cuidada, sua confiança nos produtos ali fabricados aumenta. A boa pintura ajuda a "vender" a boa imagem da empresa.

Em se tratando de estruturas (máquinas e equipamentos) além do bom projeto e da boa fabricação, a beleza da pintura facilita a venda do produto, pois o visual agrada e muitas vezes é um fator decisivo na escolha para o fornecimento.

Qualidade – Os produtos de uma empresa só podem ter qualidade se o seu ambiente de trabalho tem higiene, segurança e o seu pessoal é bem treinado e tem produtividade. São os fatores do sucesso de uma empresa que se refletem não só nos produtos, mas também nos serviços. Por isso a pintura tem que ser corretamente escolhida e bem cuidada, desde o piso até o telhado da empresa.

Vamos abordar algumas famílias de produtos e dividir em tipos de tintas:

TINTAS EPÓXI

Sem dúvidas, as tintas epóxi são as mais usadas na pintura industrial, tanto em obras novas como na manutenção. As tintas epóxi são muito especiais, pois apresentam alta aderência, boa flexibilidade (o suficiente para suportar as alterações diárias de dimensão das superfícies causadas pelo aquecimento durante o dia e contração durante a noite) e alta impermeabilidade.

As tintas epóxi utilizam dois tipos de resina como material base: A resina epóxi convencional, a mais comum, usada na maioria das tintas e a Novolac, que apresenta maior resistência química, mecânica e térmica, usada em tintas e revestimentos de alta resistência. O agente de cura das tintas epóxi, também chamado de catalisador ou endurecedor, podem ser os seguintes:

Poliamidas - apresentam boa flexibilidade, boa resistência à imersão em água por serem muito impermeáveis. Por isso, são indicadas para locais úmidos ou para contato direto com água.

Poliaminas - apresentam maior resistência à produtos químicos em geral, imersão em solventes industriais (não todos), imersão em combustíveis e lubrificantes. Há tintas epóxi poliaminas modernas que tem boa resistência a água, e são certificadas para interiores de tanques de água potável.

Isocianato - quando associados ao epóxi produzem excelentes tintas de aderência não somente sobre o aço carbono, mas especialmente sobre metais não ferrosos, como zinco, alumínio, cobre e ligas destes metais, poliéster reforçado com fibra de vidro (fiberglass) e aço inox.

Fenalkamina - obtida do óleo da casca da castanha de caju, oferece propriedades muito interessantes, como a aplicação sobre superfícies preparadas por limpeza mecânica (surface tolerants) e úmidas (damp tolerant). Propicia excepcional desempenho em ambientes corrosivos e pode ser aplicado em temperaturas tão baixas como –18ºC.

Observação: *O termo catalisador não é apropriado, pois em química, catalisador é uma substância que acelera a velocidade em determinadas reações químicas sem sofrer alterações, ou seja, não é consumida e é regenerada completamente no final. Já nas tintas, o "catalisador" é um reagente e é consumida na reação, fazendo parte do polímero final. Mas como já está consagrado pelo uso, chamamos de catalisador o componente B das tintas.*

Exemplos de usos de tintas epóxi com os agentes de cura:

***Epóxi poliamida* (01)**

***Epóxi poliamina* (02)**

***Epóxi isocianato* (03)**

***Epóxi fenalkamina* (04)**

Poliamida - Pintura de peças de um manifold submarino
Poliamina – Pintura interna de manutenção de um tanque de nafta
Isocianato – Pintura de aderência sobre superfície de aço galvanizado
Fenalkamina – Pintura do casco de um navio abaixo da linha d'agua

Epóxi altos sólidos e sem solvente para aço e concreto **(Low VOC** ou **No VOC)**

A tendência mundial para evolução das tintas de uso industrial é a formulação de produtos com pouco solvente (Low VOC) ou nenhum solvente (No VOC). VOC quer dizer “Volatile Organic Compounds” em inglês e COV Compostos Orgânicos Voláteis em português.

Antigamente as tintas, para terem boa aplicabilidade, eram fornecidas com baixa viscosidade ou deviam ser diluídas na hora da aplicação. Tintas completamente, ou quase sem solventes, que poderiam ser comparadas a uma massa, foram desenvolvidas, apresentam fluidez satisfatória e podem ser aplicadas em ambientes confinados sem risco de contaminação do local e das pessoas e menor risco de incêndio ou explosões. Apesar de serem sem solventes, sua tecnologia permite a aplicação sem dificuldade pelos métodos tradicionais como pincel, rolo e pistolas convencionais a ar ou hidráulicas - sem ar (air less). O VOC ou COV é expresso em g/L ou seja, gramas de solvente por litro de tinta.

***Tinta sem solvente sobre estrutura de aço em cubas para eletrodeposição de cobre* (05)**

Epóxi para superfícies preparadas por limpeza mecânica (Surface Tolerants)

Antes do surgimento deste produto, uma tinta epóxi só poderia ser aplicada sobre superfície preparada por jateamento abrasivo e secas.

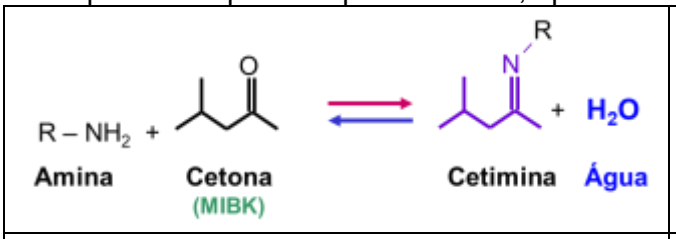
Lançadas na década de 80 no Brasil, as tintas chamadas “Surface Tolerants” podem ser aplicadas sobre superfícies onde a preparação não foi tão rigorosa quanto se recomendava, o que para as tintas convencionais seria uma restrição, para estas tintas a preparação com ferramentas mecânicas é uma alternativa. Logicamente que a preparação por jateamento abrasivo sempre será a melhor solução, mas quando não é possível, esta tinta se torna uma opção razoável e funciona muito bem. Quando dizemos que a tinta pode ser aplicada sobre ferrugem, não é sobre a ferrugem solta, mas sobre o que resta após a limpeza. Um exemplo é a tinta da norma Petrobras N-2680. As tintas ”Surface Tolerants” têm este nome por tolerarem um residual de ferrugem fortemente aderido que não foi possível ser retirado por limpeza mecânica usando escovas rotativas com cerdas de aço (grau St3 da norma ISO 8501-1.

***Exemplo de aplicação da tinta “surface tolerant” como primer em um telhado* (01)**

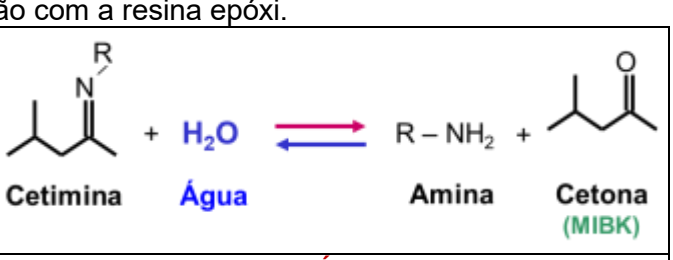
Epóxi para superfícies e ambientes úmidos (Damp Tolerants)

Aplicar uma tinta epóxi sobre uma superfície que estivesse úmida, ou em condições ambientais não favoráveis por causa de alta umidade no ar, era praticamente impensável. Hoje temos as tintas “Damp Tolerants”, que aceitam além da preparação mecânica, as condições de superfície úmida e ambiente com umidade relativa do ar, acima de 85%.

O Agente de cura:Amina é um outro tipo de amina, a Cetimina (Ketimine), produzida pela reação de Amina com Cetona. Durante, ou logo após a aplicação da tinta, ocorre a reação da Cetimina com a água da superfície, que produz Amina mais Cetona, a Metil Isobutil Cetona, em inglês (Methyl Isobutyl Ketone - MIBK), que é um solvente usado em tintas epóxi ou poliuretano. A Cetimina reage lentamente com resina epóxi e pode aumentar o seu “pot-life”. Nesta reação, o solvente Cetimina deixa de ser volátil para fazer parte do polímero final, após a reação com a resina epóxi.



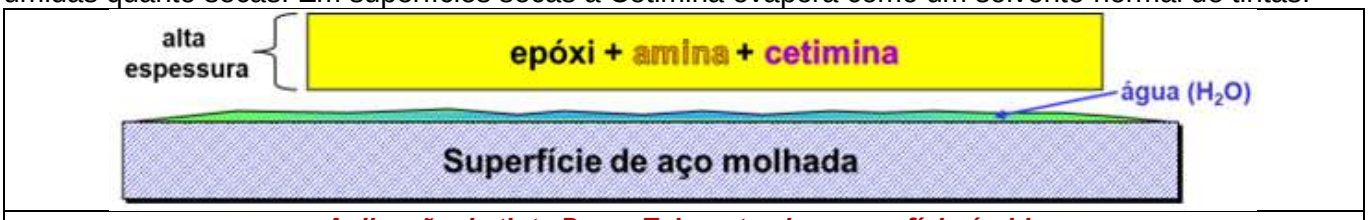
***Reação da Amina com Cetona (MIBK) produzindo Cetimina mais Água (Obtenção da Cetimina)* (06)**



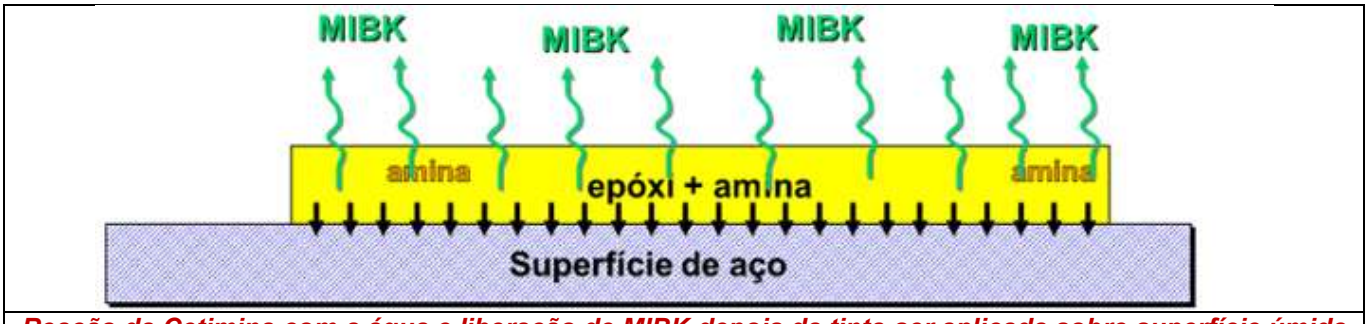
***Reação da Cetimina com Água produzindo Amina + Cetona (MIBK) na tinta aplicada sobre umidade* (06)**

Quando a tinta Damp Tolerant é aplicada sobre superfície úmida, a presença de água reverte a reação e a Cetimina mais água produz Amina que posteriormente reage com o epóxi, mais Metil Isobutil Cetona (MIBK) que evapora como um solvente da tinta.

Esta tinta pode ser aplicada sobre superfícies preparadas por limpeza mecânica e sobre superfície úmida, ou molhada, mas sem poças de água ou água corrente. A tinta funciona tanto em superfícies úmidas quanto secas. Em superfícies secas a Cetimina evapora como um solvente normal de tintas.



Aplicação da tinta Damp Tolerant sobre superfície úmida



Reação da Cetimina com a água e liberação de MIBK depois da tinta ser aplicada sobre superfície úmida

Um resumo das propriedades desta tinta:

- Tintas 100% sólidos (Sem ou quase sem solventes)
- Tintas “Surface tolerant” (Aceitam limpeza mecânica e ferrugem incipiente. (Flash Rust até grau L segundo as normas SSPC-VIS 4 / NACE VIS 7)
- Tintas HB (alta espessura - High Build)
- Este tipo de tinta, “damp tolerant” não está sujeita as restrições de ponto de orvalho ou de umidade relativa do ar acima de 85 %. Por isso permite trabalhar a noite, horário em que outros tipos de tintas estariam com sua aplicação impossibilitada
- O filme formado apresenta condições excepcionais de resistência ao meio agressivo. É uma tinta que pode ser aplicada sobre superfície úmida ou molhada. O fato de ser praticamente sem solvente, além de ser mais segura para o pintor e para o meio ambiente, é de máximo rendimento pois não tem perdas por evaporação.

***Exemplo de aplicação da tinta "Damp tolerant" em tubulações de aço* (07)**

Epóxi livre de alcatrão de hulha para aço e concreto (Epóxi Tar Free)

Uma necessidade do mercado, principalmente pensando no pintor e nos profissionais da pintura, era a de eliminar o eficiente epóxi-alcatrão de hulha, que era considerado insubstituível, porém apresentava o inconveniente de ser tóxico e perigosos para o ser humano e para o meio ambiente. O alcatrão de hulha (derivado do carvão mineral) contém 3,4-benzopireno, que é cancerígeno. Hoje temos as tintas Tar Free (Tar é Alcatrão e Free é Livre em inglês) que oferecem todas as propriedades dos epóxi-alcatrão de hulha, com a vantagem de não conter na sua fórmula o temível alcatrão de hulha. Só a título de informação, muitas comportas, dutos forçados e partes de turbinas de hidrelétricas foram pintados com a tinta epóxi alcatrão de hulha e estão em uso até hoje em dia.

***Exemplo de aplicação da Tinta Tar Free em um tanque de contenção secundária* (08)**

Epóxi-siloxano

É uma tinta que combina as propriedades da tinta epóxi tradicional de alto desempenho com a de poliuretano, com a vantagem de ser livre de isocianatos. A resina Epóxi-siloxano é constituída de polímero híbrido orgânico-inorgânico. A parte orgânica é a resina epóxi alifática curada com amina polifuncional alifática e a parte inorgânica é constituída de sílica preparada a partir da hidrólise e condensação do Tetraetóxisilano (TEOS). A resistência ao intemperismo se deve ao fato de todos os componentes serem alifáticos, ao contrário do epóxi convencional, que possui grande número de grupos aromáticos como o Bisfenol A.

Atende as exigências de ser baixo VOC e seca em 1 hora proporcionando um acabamento resistente à corrosão. Apropriado para ser aplicado por pincel, rolo e por pistola convencional ou por airless. Pode ser aplicado sobre aço carbono devidamente preparado ou sobre primers inorgânicos ricos em zinco. É indicado para estruturas, exteriores de tanques e tubulações de aço. O epóxi-siloxano oferece as seguintes vantagens:

• Substitui um sistema epóxi/poliuretano de duas demãos por uma demão única; • É tinta de dupla função DF (primer e acabamento) de alto brilho;	• Alto teor de sólidos, baixo VOC; • Alta retenção a longo prazo de cor e brilho • Resistente a corrosão e a produtos químicos • Excelentes propriedades de aplicação,

Exemplo de aplicação da Tinta Epoxi-Siloxano no costado externo de um tanque **(09)**

Epóxi de cura rápida (Fast Dry ou Fast Cure)

São tintas de alta resistência que têm como característica das mais desejadas a cura rápida. É possível aplicar o primer, a intermediária e o acabamento em um mesmo dia. Antes destas tintas, havia necessidade de aguardar a cura da tinta, em geral, por um dia entre cada demão. Esta propriedade é importante quando se considera que a parada para manutenção de um equipamento produtivo gera prejuízos como lucro cessante. Além disso, em uma área com condições desfavoráveis, a manutenção da umidade ideal e de afastamento de possíveis poeiras no ambiente pode representar custos adicionais não considerados em um orçamento para pintura devido à confecção de dispositivos ou estruturas para o confinamento do ambiente.

Quando o sistema de pintura tem cura rápida, ele pode ser aplicado em tempo mais curto e o ambiente ser liberado mais rapidamente a favor da qualidade e economia de recursos. Na época das tintas a óleo o tempo de secagem chegava a levar dias para a sua liberação.

Evolução:

Exemplo de evolução desde as tintas a óleo até as epóxi de secagem rápida

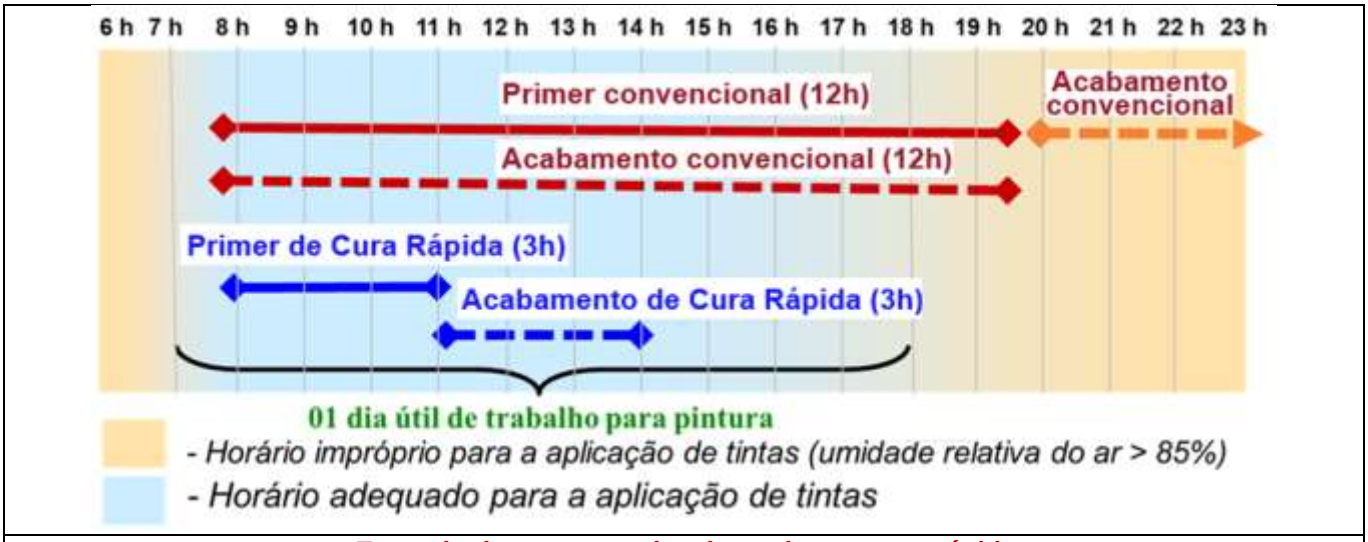
Tempos de secagem e cura de algumas tintas em temperatura de 25°C

ordem	Tipo de tinta	Tempo de secagem ao manuseio	Cura final	Intervalo entre demãos	
				Mínimo	Máximo
01	Alquídica	48 h	7 dias	12 h	48 h
02	Epóxi HS acabamento	16 h	7 dias	12 h	7 dias
03	Poliuretano HS	8 h	3 dias	8 h	24 h
04	Epóxi cura rápida	3 h	24 h	1 h	14 dias

Exemplo da evolução de algumas tintas do ponto de vista da secagem e cura

Na tinta (04) o intervalo entre demãos mínimo diminuiu e paradoxalmente o intervalo máximo aumentou. Menor tempo para a aplicação de outra demão quer dizer menos tempo para a entrega da obra. Maior tempo disponível para aplicar outra demão, se necessário, quer dizer maior economia pois quando este prazo é ultrapassado, há necessidade de lixar a superfície demandando mais tempo de mão de obra e consumo de lixas.

A secagem e a cura dependem da temperatura do ambiente e da superfície, da umidade relativa do ar e da espessura da camada da tinta. O tipo de solvente e a quantidade também interferem. Nas novas tinta de secagem rápida estes fatores foram superados com tecnologia.



Exemplo da vantagem das tintas de secagem rápida

Observação.: este quadro depende do clima, da época do ano e da região geográfica

No gráfico podemos ver que com a tinta de secagem rápida as duas demãos são aplicadas no mesmo dia, dentro do horário adequado e o tempo de secagem também permanece nas condições ideais.

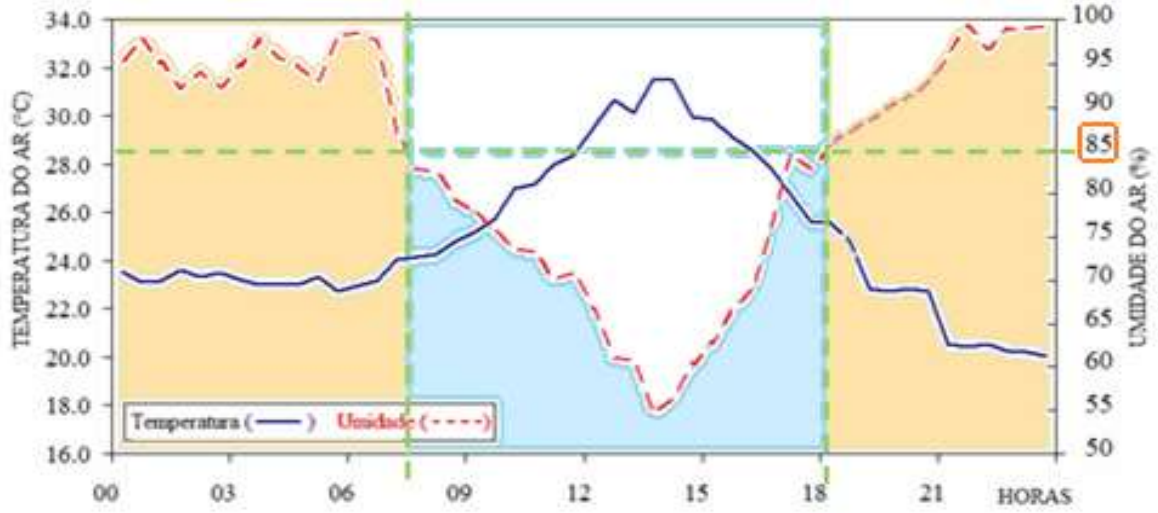
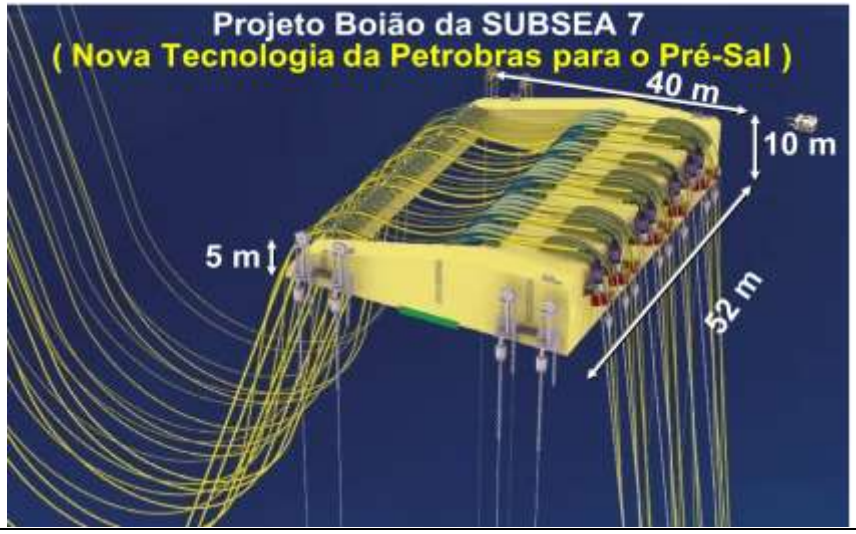


***Gráfico de variação da umidade do ar e da temperatura ao longo de um dia de trabalho* (10)**

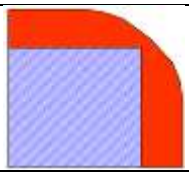
O gráfico acima é baseado em um estudo da Universidade Federal da Grande Dourados/MS e depende da estação do ano, da posição geográfica da localidade e dá uma ideia de que em tintas convencionais, o horário adequado para o trabalho de aplicação fica reduzido a poucas horas (de 10 a 12 h), por causa da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente que pode provocar condensação de umidade na tinta e causar defeitos na película durante a aplicação.



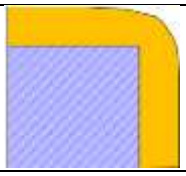
***Exemplo de utilização de Tinta de Cura Rápida – Fast Cure no Projeto da Petrobras* (11)**

Tintas com Retenção nas Bordas (Edge Retentives)

As tintas nas arestas vivas em peças metálicas, com ângulo próximo de 90° ou menos, são mais susceptíveis de corrosão porque devido à tensão superficial da tinta no estado líquido, tende a fugir das bordas (fuga de borda). Justamente onde deveriam ter espessura maior, ficam mais finas. Por este motivo, é desejável que as bordas sejam arredondadas ou chanfradas de maneira que a aplicação de tintas anticorrosivas seja uniforme e para que se obtenha uma espessura adequada nestas áreas críticas. Esta operação de proteção com maior espessura das tintas nas arestas vivas e quinas é chamada de “stripe coat” ou reforço, e demandam mão de obra, pincel e maior quantidade de tinta.
Um avanço nas Tintas modernas que oferecem propriedades de retenção nas bordas são as tintas “Edge Retentives”. Nestas, os fatores que contribuem para a diminuição da contração da película durante a cura são: menor teor de solventes (menores esforços de contração), pigmentos lamelares e aditivos que diminuem a tensão superficial. É uma Conjugação de fatores.



Tinta convencional aresta viva (fuga de borda)



Tinta “Edge Retentive” aresta viva (retenção na borda)

A retenção nas bordas pode ser calculada segundo a norma MIL-PRF- 23236D, onde um perfil de cantoneira de alumínio é jateado e depois pintado na sua parte externa com a tinta a ser testada. Depois de seca, a cantoneira é colocada em um microscópio óptico onde a espessura da tinta é medida sobre o vértice e sobre as partes planas. Com a fórmula abaixo calculamos a Retenção nas bordas.

Figura 3. Ângulo estrutural de preparação de superfície e pintura

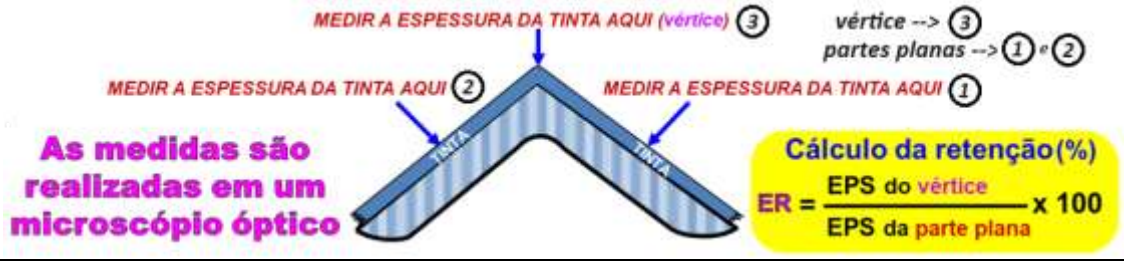


Figura 4. Medidas de espessura da tinta e Fórmula para Calculo da retenção (12)

Medidas de espessura da tinta ER em cantoneira de alumínio vista no microscópio óptico (13)

Epóxi de alta resistência química, mecânica e térmica (Novolac)

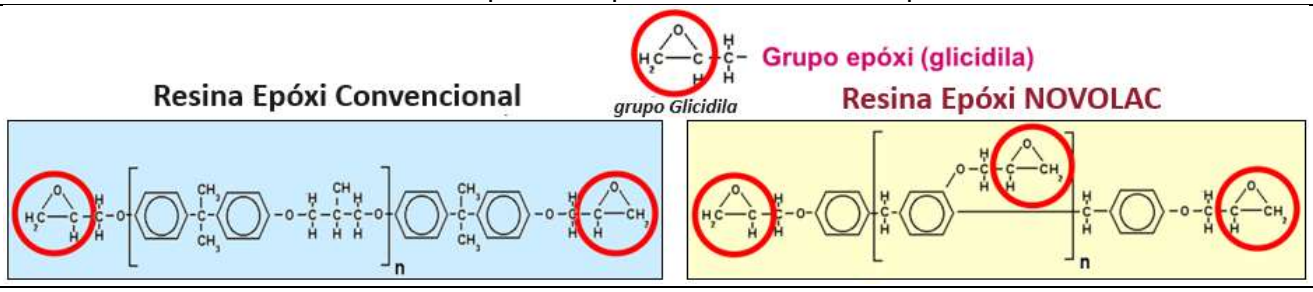
As tintas epóxi Novolac curadas com poliaminas e reforçadas com pigmentos lamelares como flocos de vidro ou cerâmicos, têm resistências química, mecânica e térmica, muito maior do que as elaboradas com a resina epóxi convencional.

Estas tintas revolucionaram o mercado, pois até pouco tempo as tintas epóxi para resistirem ao calor seco chegavam no máximo a 120ºC. Com estas tintas epóxi novolac/amina, as temperaturas de calor seco chegam a 218ºC constante e picos de 232ºC (intermitente).

São tintas para interiores de tanques e tubulações de produtos muito agressivos às tintas comuns. São de alta espessura e a maioria delas são sem solventes (100% sólidos).

Na fórmula da Novolac há mais grupos glicidila do que na epóxi comum e por isso ela possibilita mais ligações cruzadas (cross-linking). Estas tintas apresentam as seguintes características:

- Maior Impermeabilidade,
- Melhor Desempenho mecânico - Resistencia ao desgaste e à impactos;
- Melhor Resistencia química - Resistencia à produtos químicos;
- Melhor Resistencia térmica - Suporta temperaturas maiores do que tintas convencionais.



Comparação mostrando que na Novolac há mais grupos glicidila do que na epóxi comum

***Exemplo de aplicação da tinta Epóxi-Novolac em um tanque de petróleo do Pré-sal* (14)**

TINTAS ACRÍLICAS

Acrílicas Antimofo à base de água para aplicação em concreto e alvenaria

São tintas que têm a mesma função das produzidas para a pintura de construção civil, porém são mais resistentes, pois foram desenvolvidas para atuarem na proteção de paredes e tetos em indústrias (ambientes mais agressivos), que sofrem mais com as limpezas e assepsias do que em uma residência.

São tintas que contém microbicidas (fungicidas e algicidas) inofensivos para o ser humano, mas muito eficientes para evitar a formação de bolores e limos nos interiores de indústrias que são úmidos por causa dos processos produtivos de alimentos, bebidas e laticínios. Estes produtos, destinados ao consumo humano não podem ter contato e nem serem produzidos em um ambiente com fungos e algas. Estas tintas ajudam a manter as áreas de produção livres de contaminação e saudáveis.

Suportam mais lavagens do que as tintas convencionais.

Tinta acrílica base água aplicada em paredes de alvenaria da Natura em Belém/PA

Acrílicas base água para aplicação diretamente em metais (DTM)

Por serem base água o que mais chama a atenção, é que para exposição à corrosão atmosférica, estas tintas podem ser aplicadas diretamente sobre o aço, alumínio e aço galvanizado (zincado). Ao contrário do que possa parecer, podem ser aplicadas sobre aço carbono sem problema de “enferrujar” o metal, pois possuem aditivos e pigmentos anticorrosivos. São tintas “amigas do meio ambiente” por terem os solventes orgânicos substituídos em quase a sua totalidade por água. A proporção de compostos orgânicos voláteis é baixíssima. Estas tintas têm VOC próximo de 20 a 30 g/L.. Estas tintas servem também para a pintura de estruturas ou superfícies de madeira. Substituem com sucesso as antigas tintas alquídicas conhecidas como primer e esmalte sintéticos. Uma das vantagens das tintas acrílicas base água é que por não possuírem solventes orgânicos, podem ser usadas nas indústrias de bebidas, de alimentos, de laticínios, de cosméticos e outras, pois não afetam os produtos. Um bom exemplo é na indústria de leite em pó, onde os solventes das tintas comuns contaminaram um lote de leite e foi necessário substituir por esta tinta. O exemplo *na Fábrica da Nestle em Ituiutaba/MG* pode ser visto na foto abaixo.

Exemplo da tinta acrílica base água aplicada no tanque de cavacos

TINTAS POLIURETANICAS

Poliuretano Acrílico Alifático

As tintas poliuretânicas são também como as epóxi, de dois componentes sendo o A geralmente a base

de acrílicas polihidroxiladas ou poliésteres polihidroxilados e o B de isocianato alifático ou aromático. Para a aplicação em exteriores (expostos a sol e chuva) o componente B é o isocianato alifático e por isso as tintas de poliuretano para pinturas expostas ao tempo são chamadas de PU Alifáticas. As tintas de Poliuretano aromáticos são usadas em peças e equipamentos de uso interno, como máquinas operatrizes (torno, furadeira, injetoras etc.) que ficam abrigadas. Já as alifáticas têm grande resistência ao intemperismo (ação da radiação ultravioleta da luz solar e as águas das chuvas). Os PUs compõe com as tintas epóxi um sistema de pintura inteligente, pois as tintas epóxi têm grandes propriedades de aderência, impermeabilidade e flexibilidade, são de alta espessura e são mais em conta, mas não resistem ao intemperismo, desbotando e perdendo o brilho em poucos meses. Já as poliuretanicas alifáticas são mais caras, mas têm resistência ao intemperismo. Os sistemas assim compostos com acabamento poliuretânico fecha o sistema a um custo melhor. Geralmente os sistemas são constituídos de duas demãos de epóxi e uma de poliuretano, tornando-se economicamente viáveis.

Exemplo da Tinta de Poliuretano Acrílica Alifática no Estacionamento do Aeroporto de Recife/PE

Poliuretano Poliéster Alifático

As tintas poliuretânicas poliésteres alifáticos são tintas de acabamento, cujo componente A é poliéster alifático e o componente B o isocianato alifático. São normalmente utilizadas em esquemas de pintura com primers epóxi, com as quais são perfeitamente compatíveis.

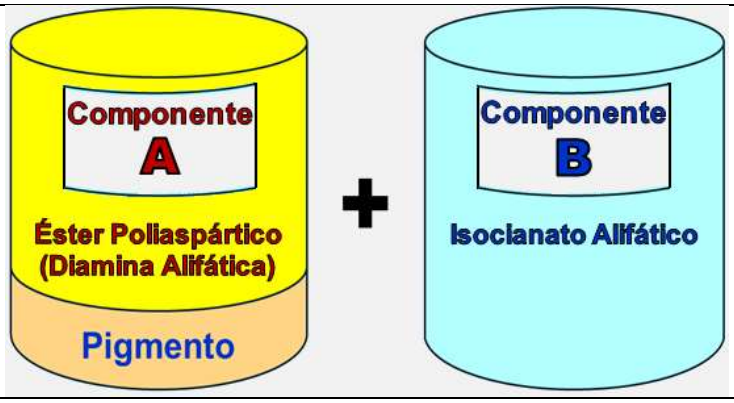
Têm boa resistência química e se caracterizam pela boa retenção de cor. São de excelente resistência ao intermperismo isto é, resistência a ação danosa da radiação ultravioleta da luz solar e ao molhamento por águas de chuvas. Resistem às duas ações combinadas e mais a variação de temperatura durante dias e noites, inverno e verão, que provocam a degradação da maioria dos polímeros que constituem as resinas das tintas de acabamento, principalmente o epóxi.

O poliéster tem resistência à fluido hidráulico-Skydrol (por isto são usadas na pintura de aeronaves). Pertencem a esta família os acabamentos poliuretânicos resistentes a “pichação”. Pode-se limpar este tipo de tinta com solventes orgânicos como o xilol, por exemplo, sem causar danos á película. Com isto é possível remover marcas de pichações ou pinturas de vandalismos.

***Tinta de Poliuretano Poliéster Alifático na pintura de Gasômetros da Usiminas em Ipatinga/MG* (15)**

Poliuretano Poliaspártico (PAS)

A tinta de Poliuretano Poliaspártico (Poliaspartic Polyurethane - PAS) foi introduzida no início da década de 90. É baseada na reação de éster poliaspártico que é uma diamina alifática secundária com isocianato alifático.



Composição das Tintas de Poliuretano Poliaspártico (PAS)

Os ésteres poliaspárticos são excelentes solventes reativos e na reação, se fixam ao polímero final e deixam de ser voláteis. Podem ser formuladas com sólidos por volume entre 70 a100%, por isso, estas tintas têm baixo VOC ou próximo de zero VOC. São tintas de alto desempenho, amigas do meio ambiente, mais seguras e com vantagens para a saúde dos pintores e para o meio ambiente.

São tintas econômicas, de cura rápida e alta espessura, que proporcionam melhorias significativas de produtividade na atividade de pintura. As espessuras de película seca em superfícies verticais podem ser de até 200 µm e na horizontal de até 300 µm.

São semibrilhante, de cura a baixa temperatura com resistências à abrasão e à corrosão.

Podem ser aplicadas por pistola sem ar (air less) ou trincha, mas também com equipamento convencional simplificando os serviços com menos investimento em equipamentos.

O poliaspártico é uma tinta “self priming” ou seja, é Dupla Função - DF (primer/acabamento) e pode ser aplicada em apenas uma demão diretamente sobre o aço carbono (DTM). Têm resistência ao intemperismo com excelente retenção de cor e brilho e não amarelam com o tempo.

O nome poliaspártico ficou popular entre formuladores na indústria, para diferenciá-las de poliureias e de poliuretanos. Porém, tintas poliaspárticas são muito diferentes em propriedades de aplicação e de desempenho das poliureias convencionais. Por exemplo, permitem ao formulador controlar a taxa de reação e de cura, assim, a vida útil (pot life) da mistura dos dois componentes pode variar de cinco minutos a duas horas. A cura rápida (fast cure) permite melhorias de produtividade no processo de pintura, possibilitando a entrega da obra ou volta ao serviço em tempo menor. Isto significa economia.

Esta tinta ainda é desconhecida de grande parte do pessoal que trabalha com Pintura Industrial. A Petrobras não possui uma norma específica de Tinta Poliuretano Poliaspártico, mas nas normas N-2913 e N-2943 a tinta é definida, possui tabelas com características exigíveis e critérios para aceitação e rejeição e vale como uma norma de tinta.

***Pintura de Torres Eólicas com Tinta de Poliuretano Poliaspártico* (16)**

Conclusão:

As tintas Anticorrosivas sofreram grande evolução tecnológica nos últimos anos e foram desenvolvidas tintas com propriedades que atendem o maior desempenho e maior durabilidade, menor teor de solventes, base água e mesmo sem solventes, tintas que podem ser aplicadas sobre umidade e ambiente atmosférico úmido, ou seja, ampliam os horários de trabalho, tintas que resolveram o problema de fuga de borda, diminuindo a necessidade de reforço em arestas e quinas tintas que substituem várias demãos e podem ser aplicadas diretamente sobre o substrato, dispensando a tinta de fundo. Todos estes avanços em tecnologia contribuem para aumentar a vida útil das pinturas, com produtos mais seguros para o ser humano e para o meio ambiente e no final das contas, mais econômicas. Estas evoluções podem ser resumidas em uma palavra: Qualidade.

Créditos de fotos, figuras, desenhos e textos:

(01) – Ademir Alves
(02) – Felipe Fredo Naciuk
(03) – Enio Aparecido Carlos Rodrigues
(04) – https://www.arkgolden.com/phenalkamine-epoxy-hardeners/
(05) – Eric Schomburgk
(06) – Marcelo Rufo
(07) – Marco Aurélio Moreira
(08) – Solange Pereira
(09) – https ://www.polysiloxanecoating.com/
(10) – Estudo da Universidade Federal da Grande Dourados/MS
(11) – Apresentado no COTEC 2013 - 12ª Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos
(12) – Norma MIL-PRF- 23236D *Sistemas de pintura para estruturas de navios* Figuras 3 e 4.
(13) – Fast Clad ER Epoxy – Sherwin-Williams
(14) – Jucemar Lopes
(15) – Paulomar S. Nascimento
(16) – https://www.aisc.org/globalassets/nsba/conference-proceedings/2018/2018-wsbs-final-paper---olson.pdf