

NOVA TECNOLOGIA DE AGENTES DE CURA PARA REVESTIMENTOS EPÓXI DE ALTA PRODUTIVIDADE

Claudia Sá
Evonik Brasil & Evonik Corporation (EUA)

INTRODUÇÃO

No mundo atual, as pessoas querem realizar o máximo de tarefas profissionais ou pessoais o mais rápido possível. Na indústria de revestimentos não é diferente e fazer uma pintura em menos tempo resulta na redução de energia e custos.

Para atender essa demanda do mercado, a Evonik desenvolveu **dois novos agentes de cura** que permitem a formulação de revestimentos com secagem e cura rápidas, proporcionando alta produtividade e altos níveis de proteção contra corrosão. Eles estão também alinhados a outras tendências globais como a redução de solventes orgânicos voláteis (VOC) e eliminação de substâncias danosas da formulação, como é o caso de alquilfenóis tóxicos.

Estes produtos compreendem duas poliamidas, [NPAR-1] e [NPAR-2] para proteção de metal, tendo em comum rápidos tempos de secagem e curtos tempos de cura, notável resistência ao *blushing* e excelente proteção por barreira.

Aplicações OEM

Na indústria de OEM existe a demanda por sistemas epóxi 2K para aplicações úmido-úmido que permitem a aplicação do acabamento poucos minutos após o primer. Neste setor, as fenolcaminas são amplamente utilizadas, mas geram defeitos de qualidade devido ao *blushing* amínico que causa irregularidades na camada subsequente – o acabamento, como o enrugamento ou falha adesiva entre camadas. Esses pontos dificultam e aumentam os custos do processo. Ao utilizar a nova poliamida [NPAR-1], estes defeitos são evitados.

O primer precisa adquirir dureza suficiente para receber o acabamento em curtos períodos e para permitir o manuseio de peças no local da instalação. Quando formulado com [NPAR-1], o primer (tabela 1) curado à 25°C e 50% de umidade relativa (UR) pode receber o acabamento em apenas 15 minutos, como demonstrado pelo teste de “bola de algodão”. Neste teste, o primer é aplicado sobre o substrato e, mais tarde, após tempos variados, uma bola de algodão é arremessada contra o primer posicionado verticalmente. Assim que o algodão não mais grudar no primer, a próxima camada pode ser aplicada.

A adesão entre camadas foi verificada pelo método de corte em "X" de acordo com a ASTM 3359. Após 15 e 60 minutos da aplicação do primer [PAC-01] foi aplicado um acabamento poliaspártico (PA). Depois de curar por 24 horas, se verificou o desempenho adesivo superior entre camadas do sistema formulado

com a [NPAR-1], classificado como 5A (melhor adesão) – tabela 2. O aduto de poliamida, falhou totalmente.

Tabela 1. Primer anticorrosivo [PAC-01] formulado com a poliamida [NPAR-1] – formulação de partida

Parte - A	Massa (g)
Resina epóxi líquida (EEW=190)	18,42
Nuosperse 657	0,42
Bentone SD-2	0,68
Xileno	12,31
n-butanol	1,70
Bayferrox 130M	6,79
Heucophos ZCPP	10,61
Blanc fix micro	15,28
Wollastocoat 10ES	10,18
Mica white 325M	8,49
Total A:	84,88
Parte- B	
Poliamida [NPAR-1]	15,12
Propriedades do Primer	
VOC, g/L	268
PVC, %	23
Sólidos por volume, %	70

Tabela 2. Adesão em “X” entre primer e acabamento – aplicação úmido-úmido. Acabamento aplicado 15 e 60 minutos após a aplicação do primer.

[NPAR-1] Primer e acabamento poliaspático	Aduto de Poliamida Primer e acabamento poliaspático
Acabamento aplicado 15 min após o primer 5A	Acabamento aplicado 15 min após o primer 0A
Acabamento aplicado 60 min após o primer 5A	Acabamento aplicado 60 min após o primer 0A

Para verificação do desempenho anticorrosivo, o primer com a [PAC-01] foi aplicado a um painel de aço jateado (Sa 2.5) à 50-75µm (espessura seca) e curado por 7 dias. Estes painéis revestidos foram submetidos ao ensaio de névoa salina por 1000 horas e posteriormente avaliados. Os resultados na tabela 3 atestam a sua boa resistência à corrosão.

Tabela 3. Resistência à corrosão do primer [PAC-01] após 1000h de exposição à nevoa salina.

Primer [PAC-01]	Grau de corrosão	Avanço corrosão no corte	Bolhas	Tamanho das bolhas
NPAR-1	Ausente	10 (sem avanço)	10 (sem bolhas)	10 (sem bolhas)

Aplicações Marítimas e Proteção Industrial

Nos mercados de proteção marítima e industrial, há pouco ou nenhum controle sobre a temperatura e umidade. É possível ter baixas temperaturas e alta umidade relativa durante aplicação e cura, tornando a formulação de sistemas epóxi de alta produtividade desafiadora. Essa dificuldade é atendida pelo segundo agente de cura da série, o [NPAR-2] que, mesmo aplicado sob condições adversas, possibilita a obtenção de películas resistentes ao *blushing* e boa reatividade em baixa temperatura, mantendo as excelentes propriedades anticorrosivas.

A Tabela 4 apresenta propriedades importantes do [NPAR-2], destacando-se a baixa viscosidade da poliamida [NPAR-2], que facilita o trabalho de formulação, exigindo menos solventes. Às temperaturas de 25°C, 10°C e 5°C, películas curadas com a nova poliamida exigiram, em média, metade do tempo para endurecer, comparadas ao aduto de poliamida padrão.

Estudos térmicos por calorimetria exploratória diferencial (DSC) mostraram que a [NPAR-2] não somente exhibe tempos de secagem curtos, mas uma rápida conversão de cura entre grupos epóxi e amina, o que vai ao encontro dos resultados de *MEK double rubs*. O filme curado com [NPAR-2] à 5°C desenvolveu resistência ao MEK (metil-etil-cetona) após o primeiro dia de cura, representada pelos 200 ciclos de teste. Paralelamente, a tecnologia referência não apresentou esse nível de resistência mesmo após 3 dias, resistindo a menos de 60 ciclos.

Tabela 4. Propriedades e desempenho da poliamida [NPAR-2] vs aduto de poliamida.

Propriedades		NPAR-2	Aduto de Poliamida
Viscosidade à 25°, mPa.s		1.850	4.500
Gel time, minutos		35	65
Endurecimento da película (ASTM D1640), h	25°C	4	7
	10°C	10	20
	5°C	14	36
Grau de cura por DSC, cura a 5°C, %	1 dia	68	43
	2 dias	79	57
	7 dias	97	88
Aparência de filme, 23°C		Transparente e brilhante	Transparente e brilhante
Resistência carbamatação, 23°C (ISO 2812), 5 = melhor	1 dia	2	2
	7 dias	4	4
Aparência da filme, 5°C		Transparente e brilhante	Transparente e brilhante
Resistência à carbamatação 5°C (ISO 2812), 5 = melhor	1 dia	1	1
	7 dias	4	4
<i>MEK double rubs</i> , 5°C	1 dia 3 dias	>200, película opaca >200, película brilhante	1, película destruída 60, perda da película

Nos testes anticorrosivos, o primer anticorrosivo (PAC-02 – tabela 5) à base [NPAR-2] apresentou excelentes desempenhos tanto no ensaio de névoa salina (figura 1) quanto no de descolamento catódico (figura 2). O desempenho do primer à base de [NPAR-2] foi superior, apresentando 1mm de delaminação do revestimento, em contraposição 2-3mm apresentados pela referência.

Tabela 5. Primer anticorrosivo [PAC-02] usando [NPAR-2] – formulação de partida.

Parte - A	Massa (g)
Resina epóxi líquida (EEW=190)	22.30
Epodil 742	2.56
Antiterra U	0.46
Bentone SD-2	0.58
Xilene	9.60
n-butanol	3.34
Bayferrox 130M	3.90
Heucophos ZCPP	4.91
Blanc fix micro	17.05
Wollastocoat 10ES	7.11
Plastorit 000	10.84
Total A:	82.66
Parte - B	
Poliamida [NPAR-2]	16.46
Xileno	0.68
n-butanol	0.20
Total B:	17.34
Propriedades do primer	
VOC, g/L	198
PVC, %	25.5
Sólidos por volume, %	86

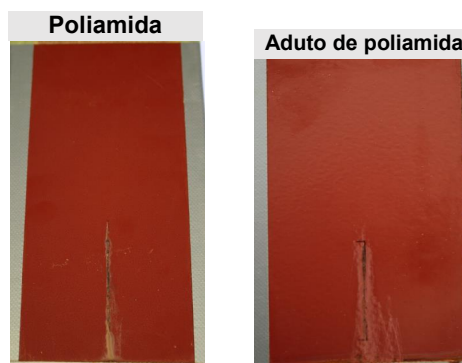


Figura 1. Primer anticorrosivo após 2000h de exposição em névoa salina.

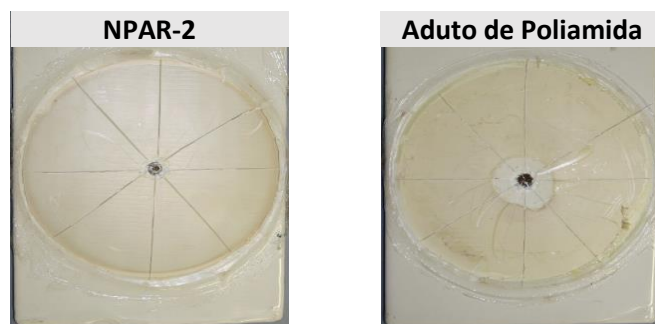


Figura 2. Corpos de prova depois de 28 dias de imersão na célula de descolamento catódico (23°C) sob aplicação de corrente. Espessura de película seca de 600µm

CONCLUSÃO

Os novos agentes de cura para resina epóxi discutidos demonstram excelentes características, como resistência ao *blushing* amínico, alto brilho, excelente adesão, resistência à corrosão e outras propriedades importantes – tempos curtos de secagem, cura rápida mesmo em condições adversas – e que são essenciais para o aumento da produtividade em diferentes aplicações do mercado de revestimentos industriais. Combinado à outras tecnologias, como os poliaspárticos, é possível otimizar ainda mais e reduzir substancialmente o tempo para liberação de área. Além disso, essa tecnologia vai ao encontro das tendências globais de sustentabilidade, possibilitando formulações de baixo

VOC através do uso de produtos com altos sólidos, menores viscosidades e sem a presença de substâncias de alta toxicidade.

**Claudia Sá, Coordenadora técnica da linha Crosslinkers – Epoxy Curing Agents, da Evonik.*

REFERÊNCIAS

1. COOK et al. Polyamine curing agents - meeting the industry need for enhancing productivity. Coatings Tech, USA, p. 34-45, Março, 2019;
2. ZHENG et al. New waterborne systems bring fast return-to-service and excellent aesthetics. Coatings World, USA, p. 48-56, Novembro, 2018;
3. Ancamide® 2832, Ancamide® 2864, Anquamine® 728 Evonik Corporation technical datasheet;
4. LEE, H., NEVILLE, K. Handbook of epoxy resins. McGraw-Hill. New York, NY, 1967.