

Estudo comparativo do desempenho de promotores de aderência sobre substratos de polipropileno e suas blendas na indústria de OEM

1. Introdução

Nos últimos anos a quantidade de plástico utilizada em veículos automotores vem apresentando um franco crescimento. Além disso, a quantidade de mesclas de polipropileno para esse segmento também sofre um aumento significativo, puxada principalmente pela busca constante na redução de custos, devido a isso, o formulador necessita desenvolver um acabamento de alta adesão independentemente do substrato utilizado.

Após um amplo trabalho de reconhecimento dos vários tipos de mesclas existentes no mercado automotivo original da América Latina, com foco principalmente no Brasil, pudemos dividir essas mesclas em três classes distintas de acordo com a facilidade de ancoragem do acabamento sobre esses substratos e analisamos o desempenho dos promotores de adesão em auxiliar essa aderência. No item 2 descrevemos a composição desses materiais bem como o grau de facilidade de ancoragem de um revestimento típico sobre o mesmo.

Com relação ao sistema de pintura utilizado, identificamos dois sistemas básicos; "base coat" (1 componente) / "clear coat" (2 componentes) e "base coat" / "clear coat" (ambos 2 componentes) esse último sistema caracteriza-se pela alta dificuldade de adesão.

A temperatura de cura tem uma grande influência como um catalisador de reação, logo temperaturas mais baixas têm menor influência nesse processo. No sistema de cura também utilizamos duas variáveis: 30 minutos à 80°C e 30 minutos à 60°C.

Para esses testes não foi utilizado qualquer tipo de pré-tratamento como flambagem.

Sabemos que as poliolefinas não cloradas possuem um desempenho menor em relação a essas, porém buscando responder aos formuladores com uma alternativa de promotor com alta resistência à gasolina adicionamos ao experimento uma poliolefina não clorada identificada por AP550-1. O teste mais significativo para essa poliolefina foi justamente o de resistência à gasolina como poderemos observar.



Artigo produzido por Marcos Aurélio Basso, gerente de desenvolvimento de mercado para a América Latina - Coatings, e adaptado por Renan Urenhiuki, representante de desenvolvimento técnico da Eastman

2. Substratos de Polipropileno Testados

Substrato	Facilidade de Adesão	EPDM	Ca CO3
PP Y159	Alta	20% EPDM	10%
PP YO54	Mediana	10% EPDM	10%
PP Copolímero	Baixa	Sem EPDM	0%

Nesse estudo verificaremos o ótimo desempenho do promotor de adesão CP 730-1 em todas as condições testadas, mostrando-se o produto mais consistente em termos de desempenho.

Condições de Aplicação e Cura

Condições de cura: Como podemos verificar abaixo utilizamos o acabamento de melhor adesão com a maior temperatura de cura e o de menor adesão com uma temperatura mais crítica. Essa escolha visou delimitar o experimento a ambientes de melhor e pior ancoragem.

Acabamento 1K/2K: 30 minutos @ 80°C (sistema menos crítico)

Acabamento 2K/2K: 30 minutos @ 60°C (sistema mais crítico)

Condições de Aplicação: Os painéis de polipropileno foram limpos com isopropanol. Os promotores de adesão foram diluídos a 1,5% de sólidos e aplicados como “wash-primer” úmido sobre úmido sob acabamentos 1K/2K e 2K/2K disponíveis no mercado, com um tempo de espera “flash time” de 5 minutos antes da aplicação do “basecoat”.

Os painéis que foram repintados (somente nos acabamentos 2K/2K) passaram novamente pelo sistema wash

primer/basecoat/verniz após dez dias sem qualquer tipo de preparação de superfície.

3. Avaliações:

3.1 Os painéis de teste permaneceram por uma semana à temperatura ambiente antes das avaliações abaixo:

Resistência à Umidade Cleveland (condensação) a 49°C, ASTM D4585, D3359B, e D714¹

Resistência aos combustíveis (Teste Juntunen Modificado), CE-10 mistura de combustíveis sintéticos.

Teste Kärcher com água quente (ver condições do teste no anexo). ²

Repintura:

-Resistência à umidade (conforme acima).

-Resistência aos combustíveis (conforme acima).

4. Resultados apresentados no teste de resistência à umidade Cleveland, 49°C, ASTM D4585, D3359B e D714.

4.1 Resistência a Umidade em sistema Base Coat-Clear Coat (1K/2K)

4.1.1 PP Y159 1K/2K

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	100	8 f
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	8 f
AP 550 – 1 (25% Xileno)	100	8 f
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 f
Trapylen 1355	100	8 m
Superchlön 822S	100	8 m

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

4.1.2. PP YO54 1K/2K

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	100	8 m
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	8 f
AP 550 – 1 (25% Xileno)	93	8 f
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 f
Trapylen 1355	100	8 f
Superchlön 822S	17	8 d

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

PP Copolímero 1K/2K

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	98	8 f
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	95	8 f
AP 550 – 1 (25% Xileno)	0	-
HM21P (20% de Sólidos)	83	8 f
Trapylen 1355	82	8 f
Superchlon 822S	0	-

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

4.2 Resistência à Umidade em sistema Base Coat-Clear Coat (2K/2K)**4.2.1 PP Y159 2K/2K**

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	100	8 f
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	8 f
AP 550 – 1 (25% Xileno)	100	8 f
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 f
Trapylen 1355	100	8 f
Superchlon 822S	100	8 d

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

4.2.2. PP YO54 2K/2K

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	100	8 f
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	8 f
AP 550 – 1 (25% Xileno)	72	8 f
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 f
Trapylen 1355	100	8 f
Superchlon 822S	23	8 d

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

4.2.3 PP Copolímero 2K/2K

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	100	8 f
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	0
AP 550 – 1 (25% Xileno)	33	8 f
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 f
Trapylen 1355	100	8 f
Superchlon 822S	100	8 m

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

5. Resultados apresentados no teste de resistência a combustíveis (Teste Juntunen Modificado).

5.1 PP Y159				
Promotor de Adesão	Minutos até a Primeira Falha		% Retido após 30 Minutos	
	1K/2K	2K/2K	1K/2K	2K/2K
CP 730 – 1 (20%Xileno)	13	45	0	100
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	11	45	0	100
AP 550 – 1 (25% Xileno)	60	>60	100	100
HM21P (20% de Sólidos)	11	30	0	63
Trapylen 1355	11	30	0	97
Superchlön 822S	8	30	0	62

OBS: Quanto maior o número de minutos até a primeira falha, tanto melhor. Maior percentual retido após 30 minutos é melhor.

5.2 PP Y054				
Promotor de Adesão	Minutos até a Primeira Falha		% Retido após 30 Minutos	
	1K/2K	2K/2K	1K/2K	2K/2K
CP 730 – 1 (20%Xileno)	8	30	0	33
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	11	30	0	60
AP 550 – 1 (25% Xileno)	30	45	95	100
HM21P (20% de Sólidos)	9	30	0	30
Trapylen 1355	11	30	0	30
Superchlön 822S	8	30	0	30

OBS: Quanto maior o número de minutos até a primeira falha, tanto melhor. Maior percentual retido após 30 minutos é melhor.

5.3 PP Copolímero				
Promotor de Adesão	Minutos até a Primeira Falha		% Retido após 30 Minutos	
	1K/2K	2K/2K	1K/2K	2K/2K
CP 730 – 1 (20%Xileno)	8	30	0	67
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	9	45	0	100
AP 550 – 1 (25% Xileno)	30	60	93	100
HM21P (20% de Sólidos)	8	30	0	67
Trapylen 1355	9	30	0	33
Superchlön 822S	7	30	0	30

OBS: Quanto maior o número de minutos até a primeira falha, tanto melhor. Maior percentual retido após 30 minutos é melhor.

6. Resultados apresentados no teste Kärcher com água quente?

6.1 PP Y159

Promotor de Adesão	Área Exposta do Substrato (mm ²)	
	1K/2K	2K/2K
CP 730 – 1 (20%Xileno)	0	0
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	0	0
AP 550 – 1 (25% Xileno)	41	8
HM21P (20% de Sólidos)	1.3	0
Trapylen 1355	0	0
Superchlön 822S	0.7	0

Quanto menor a área exposta em mm² do substrato melhor o resultado.

6.2 PP Y054

Promotor de Adesão	Área Exposta do Substrato (mm ²)	
	1K/2K	2K/2K
CP 730 – 1 (20%Xileno)	8	0.5
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	10	8
AP 550 – 1 (25% Xileno)	540	103
HM21P (20% de Sólidos)	41	20
Trapylen 1355	55	45
Superchlön 822S	57	28

Quanto menor a área exposta em mm² do substrato melhor o resultado.

6.2 PP Copolímero

Promotor de Adesão	Área Exposta do Substrato (mm ²)	
	1K/2K	2K/2K
CP 730 – 1 (20%Xileno)	0	0
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	0	0
AP 550 – 1 (25% Xileno)	836	1554
HM21P (20% de Sólidos)	86	0.2
Trapylen 1355	0	0.8
Superchlön 822S	23	0.5

Quanto menor a área exposta em mm² do substrato melhor o resultado.

7. Testes realizados com painéis repintados. Devido à limitação de tempo de nosso laboratório foi decidido se testar apenas a condição mais crítica de temperatura (30 minutos a 60°C) com o sistema de acabamento mais crítico em adesão “base coat” /clear coat” (ambos 2 componentes)

8. Resultados apresentados no teste de resistência à umidade Cleveland, 49°C, ASTM D4585, D3359B e D714 em painéis repintados.

8.1 PP Y159 2K/2K Repintado

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	100	8 m
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	8 f
AP 550 – 1 (25% Xileno)	100	8 m
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 m
Trapylen 1355	100	8 m
Superchlön 822S	100	8 m

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

8.2 PP Y054 2K/2K Repintado

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 30 – 1 (20%Xileno)	100	8 f
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	8 f
AP 550 – 1 (25% Xileno)	90	8 f
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 f
Trapylen 1355	100	8 m
Superchlön 822S	100	8 m

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

8.3 PP Copolímero 2K/2K Repintado

Promotor de Adesão	% Adesão após 240 Horas	Bolhas após 240 Horas
CP 730 – 1 (20%Xileno)	100	8 m
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	100	8 m
AP 550 – 1 (25% Xileno)	100	8 m
HM21P (20% de Sólidos)	100	8 f
Trapylen 1355	100	8 m
Superchlön 822S	100	8 m

OBS: - Uma adesão de 100% é melhor. Classificações de “blister”: 8=muito pequena, 2=grande; d=densa, m=média, f=poucas; 0 ou 8 f são a melhor.

9. Resultados apresentados no teste de resistência a combustíveis em painéis repintados (Teste Juntunen Modificado).

9.1 PP Y159 2K/2K Repintado		
Promotor de Adesão	Minutos até a Primeira Falha	% Retido após 45 minutos
CP 730 – 1 (20%Xileno)	>60	100
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	>60	100
AP 550 – 1 (25% Xileno)	30	10
HM21P (20% de Sólidos)	45	95
Trapylen 1355	>60	100
Superchlön 822S	400	0

OBS: Quanto maior o número de minutos até a primeira falha, tanto melhor. Maior percentual retido após 45 minutos é melhor.

9.2 PP Y054 2K/2K Repintado		
Promotor de Adesão	Minutos até a Primeira Falha	% Retido após 45 minutos
CP 730 – 1 (20%Xileno)	>60	100
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	>60	100
AP 550 – 1 (25% Xileno)	45	60
HM21P (20% de Sólidos)	60	100
Trapylen 1355	56	100
Superchlön 822S	35	0

OBS: Quanto maior o número de minutos até a primeira falha, tanto melhor. Maior percentual retido após 45 minutos é melhor.

9.3 PP Copolímero 2K/2K Repintado		
Promotor de Adesão	Minutos até a Primeira Falha	% Retido após 45 minutos
CP 730 – 1 (20%Xileno)	>60	100
CP 730 – 1 (100% de Sólidos)	>60	100
AP 550 – 1 (25% Xileno)	45	40
HM21P (20% de Sólidos)	43	0
Trapylen 1355	45	95
Superchlön 822S	40	0

OBS: Quanto maior o número de minutos até a primeira falha, tanto melhor. Maior percentual retido após 45 minutos é melhor.

Conclusão:

Embora por analogia pudéssemos supor que uma poliolefina que possui um desempenho aquém em situações menos críticas deveria manter esse resultado em situações mais difíceis não foi o apresentado. Vimos que muitas poliolefinas possuem um comportamento não previsível quanto a seu desempenho. Essa é razão da inconsistência de desempenho em formulações de promotores de

aderência dependendo do fornecedor ou tipo de mescla durante a produção de peças plásticas. O CP730-1 foi o promotor de adesão que apresentou maior consistência em seu desempenho sendo que na maioria dos testes esse produto teve um desempenho igual, ou melhor, aos outros promotores avaliados além de uma previsibilidade de resultado. Essa consistência de resultados é importante para o desenvolvimento de produtos mais

robustos tanto em sistemas de acabamentos 1K/2K como 2K/2K quando aplicados sobre substratos de polipropileno utilizados em aplicações automotivas na América Latina.

O AP550-1 (Não Clorado). Apesar de o cloro ser um elemento importante na adesão, o promotor de adesão sem cloro apresentou um desempenho muito interessante principalmente no teste de gasolina onde seu desempenho foi significativamente melhor do que qualquer outro produto testado. Ele se torna assim uma opção para esse tipo de teste.

Foram testadas amostras em triplicata para cada promotor de adesão/acabamento/sistema de substrato. Depois de inspecionados para adesão inicial (ASTM D3359B) os painéis foram colocados em um equipamento de teste/câmara de condensação Cleveland QCT (fornecido por Q-Panel) mantido com um suprimento contínuo de água e à temperatura de 49°C. Todas as fissuras entre as amostras de teste foram fechadas com uso de painéis de alumínio fornecidos por Q-Panel. Os painéis foram removidos da câmara, secados, e testados quanto à "blister" e adesão. Os painéis foram testados em menos de 2-3 minutos após a remoção da câmara e foram devolvidos à câmara tão logo o teste for concluído, o que é estimado em menos de 5 minutos após a remoção da câmara. O percentual retido de adesão da camada foi determinado de acordo com a norma ASTM D3359B e foi relatado como percentual de acabamento remanescente/aderido ao substrato na área riscada. A fita utilizada para determinar a adesão neste estudo foi a Scotch 898, fornecida pela 3M. O grau de "blister" da camada foi determinado de acordo com a norma ASTM D714. Em nosso estudo, 0 representa que não foram observadas bolhas, e 8, 6, 4, e 2 representam os tamanhos progressivamente maiores de bolhas.

Material	Fabricante
PP Y159	Polibrasil Resinas S.A.(Brasil)
PP Y054	Polibrasil Resinas S.A. (Brasil)
PP Copolímero	Polibrasil Resinas S.A. (Brasil)
CP 730-1 (20% Xileno)	Eastman Chemical Company.(U.S.A)
CP 730-1 (100% sólidos)	Eastman Chemical Company (U.S.A)
AP 550-1 Não Clorado (25% Xileno)	Eastman Chemical Company (U.S.A)
HM21P	Toyo Kasei Kogyo (Japão)
Trapylen 135S	Tramaco (Alemanha)
Superchlon 822S	Nippon Paper (Japão)

¹Teste de Condensação Cleveland (Umidade) (ASTM D4585 em conjunto com ASTM D3359 e ASTM D714)

Uma bolha de tamanho 8 representaria a bolha de menor tamanho, facilmente observável pelo olho humano. A frequência de bolhas está relatada como F (poucas), M (média) e D (densa).

²Procedimento do Teste de Pulverização a Quente Kärcher

Medida utilizando unidade HDS895 Kärcher

Especificação de teste PSA/Renault

Temperatura= 70°C

Tipo de Bocal = Sistema de Pulverização 25065

Taxa de fluxo de água = 672 litros/minuto

Pressão = 62 bar (899 PSI)

Ângulo com relação ao painel =90°

Distância do painel ao bocal = 10 cm (3.9 polegadas)

AS