



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0917981-0 B1



(22) Data do Depósito: 11/08/2009

(45) Data de Concessão: 02/07/2019

(54) Título: PRODUTO DE CHAPA AUTOMOTIVA REVESTIDA

(51) Int.Cl.: B32B 15/01; C22C 21/02; C22C 21/08.

(30) Prioridade Unionista: 13/08/2008 EP 08162298.7.

(73) Titular(es): NOVELIS INC..

(72) Inventor(es): JUERGEN TIMM; CORRADO BASSI.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009060370 de 11/08/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/018161 de 18/02/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/02/2011

(57) Resumo: PRODUTO DE CHAPA AUTOMOTIVA REVESTIDA A presente invenção refere-se a um produto de chapa automotiva que compreende um núcleo Sayer e ao menos uma camada revestida em que o núcleo compreende uma liga da seguinte composição em % em peso: Mg 0,45 a 0,8, Si 0,45 a 0,7, Cu 0,05 a 0,25, Mn 0,05 a 0,2, Fe até 0,35, outros elementos (ou impurezas) 0,05 cada e 0,15 no alumínio de equilíbrio total; e a ao menos uma camada revestida compreende uma liga da seguinte composição em% em peso: Mg 0,3 a 0,7, Si 0,3 a 0,7, Mn até 0,15, Fe até 0,35, outros elementos (impurezas) 0,05 cada e 0,15 no alumínio de equilíbrio total. O produto de chapa automotiva revestida fornece excelente capacidade de rebordamento que substancialmente não se altera ao longo do tempo e ainda fornece uma boa resposta de endurecimento por envelhecimento após o endurecimento por cozimento.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PRODUTO DE CHAPA AUTOMOTIVA REVESTIDA"**.

Esta invenção refere-se a uma chapa de alumínio compósita principalmente destinada para uso em aplicações automotivas. O produto de
5 chapa compreende um núcleo de uma liga de alumínio da série 6XXX e ao menos uma camada revestida de outra liga de alumínio da série 6XXX.

O uso de materiais de chapa de alumínio na produção de automóveis vem sendo estabelecido durante muitos anos. Uma variedade de ligas diferentes é usada dependendo das exigências particulares dos fabri-
10 cantes de automóveis para componentes específicos. Em algumas aplicações é desejado que o material seja de alta resistência. Ainda outras aplicações exigem maior conformabilidade e, em tais casos, a resistência pode ser considerada menos importante. Também há uma demanda de materiais que se deformam facilmente sob impacto, por exemplo, no caso de colisão com
15 pedestres e tais materiais podem possuir resistências ainda mais baixas.

A conformabilidade para usuários de chapa automotiva sugere duas exigências. Há a conformabilidade da chapa através de sua espessura que geralmente se refere à conformação de volumes da chapa. A segunda é o ponto no qual a chapa pode ser dobrada em torno de um raio estreito. Es-
20 sa última exigência é importante para algumas peças automotivas em que a chapa é dobrada para trás sobre si mesma para criar um meio de fixação aos painéis de suporte subjacentes. Essa flexão para trás é conhecida como rebordeamento e diz-se que uma chapa que é capaz de ser dobrada em torno de um raio estreito dessa maneira sem craqueamento possui boa capaci-
25 dade de rebordeamento.

Tipicamente, as ligas de alumínio usadas para esse propósito são da série 6XXX de ligas, ou seja, aquelas cujos elementos de liga principais são Mg e Si, ou da série 5XXX de ligas, em que o elemento de liga principal é Mg. Para um entendimento do sistema de designação de número
30 mais comumente usado em nomeação e identificação de alumínio e suas ligas consulta-se o "International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminum and Wrought Aluminum Alloys", publicado

por Aluminum Association, revisado em janeiro de 2001.

Em muitas aplicações deseja-se que o material seja facilmente formado e ainda, após um tratamento de cozimento de pintura, desenvolva resistência mecânica suficiente. As ligas da série 6XXX são particularmente adequadas para isso devido a sua resposta de envelhecimento. Uma proporção significativa de trabalho ocorreu durante os últimos 15 a 20 anos para entender os processos de envelhecimento nessas ligas e há vários processos para maximizar a autodenominada resposta de cozimento de pintura, (PBR), que é diferença em propriedades de tração da têmpera conforme fornecida (mais adiante T4) para a têmpera final (mais adiante T8) após a formação e endurecimento por cozimento.

É bem conhecido que um limite de elasticidade inferior T4 e teor de Fe reduzido irão promover conformabilidade aprimorada, particularmente desempenho de rebordeamento. Um limite de elasticidade inferior se refere à facilidade de deformação. Ou seja, um limite de elasticidade inferior significa que a chapa pode ser conformada utilizando menores cargas de trabalho. O alongamento se refere à extensão de deformação. Um baixo limite de elasticidade pode ser obtido ao reduzir o teor de soluto da liga, porém o teor de soluto inferior geralmente reduz a resposta de cozimento da pintura. Tal liga é vendida sob o nome Anticorodal[®]-170 (mais adiante AC170). Outra liga é conhecida a partir da EP1685268, em que a liga é tratada a quente por solubilização de tal maneira para evitar o endurecimento por envelhecimento significativo. Entre essas duas, a liga de acordo com a EP 1685268 possui um teor de soluto inferior e possui excelente capacidade de rebordeamento. AC170, (que também possui um teor de soluto relativamente baixo comparado com ligas de alta resistência como AA6111), por outro lado, possui capacidade de rebordeamento ligeiramente inferior comparada com a liga da EP1685268, porém endurece por envelhecimento. Por outro lado, com ACI 70 a capacidade de rebordeamento se deteriora ao longo do tempo à medida que a liga endurece por envelhecimento, em particular quando pré-deformada antes do rebordeamento.

Como mencionado acima há geralmente um comprometimento

entre a resistência e a capacidade de rebordeamento. Embora a capacidade de rebordeamento seja o foco dessa invenção é útil para os fabricantes de automóveis que o material seja capaz de endurecer por envelhecimento até certo ponto durante o cozimento da pintura. Isso permite que o fabricante

5 tenha economias de peso através de reduções de calibre. Também é desejado que as propriedades mecânicas permaneçam relativamente estáveis ao longo do tempo em chapa entregue aos fabricantes de automóveis. Isso porque, após a entrega da chapa, pode haver algum atraso antes de tal chapa ser usada na produção de peças de estrutura de automóveis. Se, por exemplo, a capacidade de rebordeamento mudar durante aquele período,

10 (que pode ser de vários meses), o usuário da chapa pode achar a mesma menos condutiva devido a seus métodos de fabricação. Alternativamente, a chapa pode ser formada em um painel ou uma capota em uma data anterior, porém apenas unida a outros componentes em uma data posterior. Quando

15 o método de junção envolver rebordeamento, é desejado que o desempenho de rebordeamento mude um pouco ao longo do período de tempo de intervenção.

O pedido de patente japonês JP62-207642 publicado em 12 de setembro de 1987 sugere o revestimento de um núcleo de liga da série

20 6XXX com uma camada revestida de liga da série 5XXX embora a faixa de composição reivindicada para a camada revestida inclua ou sobreponha algumas ligas da série 6XXX. Essa publicação ensina que um teor de Si acima de 0,5% em peso na camada revestida é indesejado, pois isso irá reduzir a conformabilidade. A mistura de ligas da série 6XXX e série 5XXX em tal produto torna o mesmo menos favorável para reciclagem. Essa publicação não

25 relata nada sobre o desempenho de rebordeamento dos produtos de chapa revestida.

A combinação de ligas da série 6XXX com ligas da série 1XXX e 3XXX é mostrada no documento US2006-0185816. Em particular, a combinação de um núcleo de liga de composição convencional AA6111 foi produ-

30 zida com camadas revestidas de AA3003 ou AA3104 convencional. A estrutura compósita proporcionou um aprimoramento na conformabilidade quando

comparada com AA6111 monolítica. O desempenho de rebordeamento não foi mostrado.

O documento WO07/128391 descreve um produto compósito que compreende a combinação de ligas da série 6XXX no núcleo com as ligas da série 6XXX na camada revestida. Apesar das amplas reivindicações a descrição contém apenas 2 exemplos onde as ligas de núcleo são AA6016 ou AA6111 e a camada revestida é AA6005A. O desempenho de rebordeamento dos produtos compósitos foi melhor do que das ligas de núcleo monolítico individualmente, embora não haja relato de como o desempenho de rebordeamento muda ao longo do tempo.

O documento JP2000-129382 também descreve o revestimento de uma liga da série 6XXX contendo Cu com outra camada de liga da série 6XXX sem Cu. A conformabilidade é medida através do alongamento - uma medida da extensão de conformabilidade de volumes, não capacidade de rebordeamento.

Nenhuma dessas descrições da técnica anterior sugere uma combinação de ligas em camadas de núcleo e revestidas que fornecem características de rebordeamento satisfatórias também após a pré-deformação, a capacidade de rebordeamento que permanece excelente após o envelhecimento, enquanto também mostra a capacidade de serem significativamente endurecidas por envelhecimento durante o cozimento da pintura.

Portanto, um objetivo da invenção é fornecer um produto revestido de liga de alumínio que possua excelente desempenho de rebordeamento, em que o desempenho de rebordeamento permanece excelente após períodos substanciais de envelhecimento natural e pré-deformação, e que seja capaz de endurecimento por envelhecimento. Esse objetivo é atingido pelo produto de chapa automotiva revestida que compreende as características da reivindicação 1. As modalidades preferidas da invenção são estabelecidas nas reivindicações dependentes, respectivamente.

O termo "chapa", como amplamente usado aqui, pretende incluir folhas, às vezes referidas como "placa" ou "folha" bem como folhas para chapas como placa e folha intermediária.

Os motivos de se limitar os constituintes de liga em uma maneira realizada nas reivindicações são determinados abaixo. Todos os valores estão em % em peso.

5 Mg: O teor de Mg na camada de núcleo é ajustado para ser 0,45 a 0,8. De preferência, o teor de Mg é 0,5 a 0,7, com mais preferência, cerca de 0,6. O teor de Mg em ao menos uma camada revestida é ajustado para ser 0,3 a 0,7. De preferência, o teor de Mg na camada revestida é 0,4 a 0,6, com mais preferência, cerca de 0,5.

10 Si: O teor de Si tanto na camada de núcleo como revestida é ajustado para ser 0,45 a 0,7. De preferência, o teor de Si na camada de núcleo é 0,5 a 0,7, com mais preferência, cerca de 0,6. O teor de Si em ao menos uma camada revestida está entre 0,3 a 0,7. De preferência, o teor de Si em ao menos uma camada revestida é 0,4 a 0,6, com mais preferência, cerca de 0,5.

15 Mg e Si se combinam principalmente como Mg_2Si , conferindo um aumento de resistência após o endurecimento por envelhecimento. Uma quantidade muito pequena de Mg ou Si e o endurecimento por envelhecimento obtidos são mínimos e isso estabelece o limite mais baixo de cada elemento de 0,45 para a composição de liga de núcleo. O teor superior de
20 Mg e Si é limitado, entretanto, devido ao fato de o Si em excesso ser prejudicial à conformabilidade em geral, especialmente em relação ao raio de curvatura mínimo isento de rachadura da chapa. Os teores de Mg e Si são, portanto, equilibrados de maneira para obter o efeito de reforço desejado e para impedir uma alta quantidade de Si em excesso no material.

25 Fe: O teor de Fe tanto no núcleo como em ao menos uma camada revestida é ajustado para ser menor do que 0,35. O teor de Fe é conhecido por possuir um efeito significativo sobre o raio de curvatura mínimo isento de rachadura. Fe geralmente não é solúvel em alumínio, porém está presente como constituintes de segunda fase, por exemplo, uma fase Al-
30 Fe(Mn)Si, frequentemente localizada em seus contornos. Mediante a flexão, o craqueamento se inicia em interfaces constituintes e se propaga. Portanto, acredita-se que um baixo teor de Fe e, de preferência, uma distribuição fina

das fases contendo ferro aprimora as características de flexão do produto de chapa.

Cu: O teor de Cu na camada de núcleo é ajustado para ser 0,05 a 0,25. Uma adição de Cu dentro dessa faixa fornece reforço adicional além
5 daquele obtido simplesmente a partir da precipitação de Mg_2Si . Uma grande quantidade de Cu em ao menos uma camada revestida é indesejada, pois reduz o desempenho de rebordamento e piora o comportamento de corrosão, especialmente corrosão filiforme. O teor de Cu em ao menos uma camada revestida é de até 0,20, porém, de preferência, não há adição de Cu
10 às camadas revestidas de modo que a quantidade seja, portanto, proporcional àquela de uma impureza.

Mn: O teor de Mn na camada de núcleo é ajustado para ser 0,05 a 0,3. O teor de Mn em ao menos uma camada revestida é ajustado para ser menor do que 0,15. De preferência, o teor de Mn em ao menos uma camada
15 revestida é menor do que 0,10. O manganês na liga de núcleo contribui para a resistência ao endurecimento por cozimento, e ajuda a controlar o tamanho de grão e a dureza da chapa tratada por calor. Quantidades excessivas em ao menos uma camada revestida, entretanto, aumentam o tamanho das partículas contendo Fe com as quais o Mn está associado de maneira inde-
20 sejada, assim afetando adversamente a capacidade de flexão do produto de chapa de acordo com a invenção.

Outros elementos como, porém sem caráter limitativo, Zn, Ni, Ti, B, Cr e V podem estar presentes tanto na camada de núcleo como em ao menos uma camada revestida sob a forma de elementos-traço ou impure-
25 zas, ou no caso de Ti e B através da adição sob a forma de refinadores de grãos. Cada elemento-traço ou impureza está presente em uma quantidade menor do que 0,05 e menor do que 0,15 no total. O equilíbrio das ligas é alumínio.

Em uma modalidade preferida da invenção, o produto de chapa
30 automotiva revestida possui um fator de flexão r/t medido de acordo com ASTM 290C menor do que 0,3 após 6 meses de envelhecimento natural. Em uma modalidade preferida o fator de flexão permanece abaixo de 0,3 após

12 meses de envelhecimento natural. Com ainda mais preferência, o fator de flexão é menor do que 0,25 após 6 meses de envelhecimento natural e, com máxima preferência, o fator de flexão é menor do que 0,25 após 12 meses de envelhecimento natural.

5 Em uma modalidade preferida adicional o produto inventivo possui uma resposta de cozimento de pintura maior que 75MPa. A combinação de camadas de núcleo e revestidas de acordo com a invenção obtém um desempenho de rebordeamento melhor do que uma liga monolítica contendo os elementos de liga da camada de núcleo, mantém a capacidade de endu-
10 recer por envelhecimento e, durante e após o endurecimento por envelhecimento, não observa-se uma alteração significativa no desempenho de rebordeamento.

 A seguir, a invenção será descrita em mais detalhes a título de referência às Figuras em anexo que mostram os resultados de testes reali-
15 zados em uma modalidade da invenção reivindicada. Nem a descrição detalhada nem as Figuras pretendem limitar o escopo de proteção que é definido pelas reivindicações em anexo.

 A figura 1 é um gráfico da variação de fator de flexão ao longo do tempo dos produtos inventivos e de comparação no estado T4, pré-
20 deformação zero antes da flexão.

 A figura 2 é um gráfico da variação do fator de flexão ao longo do tempo dos produtos inventivos e de comparação no estado T4, 5% de pré-deformação antes da flexão.

 A figura 3 é um gráfico da variação de fator de flexão ao longo do tempo dos produtos inventivos e de comparação no estado T4, 10% de
25 pré-deformação antes da flexão.

 A figura 4 é um gráfico da variação de fator de flexão ao longo do tempo dos produtos inventivos e de comparação no estado T4, 15% de pré-deformação antes da flexão.

30 Exemplos:

a) Preparação de amostra:

Os lingotes compósitos de acordo com a invenção foram fundi-

dos utilizando o processo descrito no documento WO 04/112992. O lingote compósito possui duas camadas revestidas de composição idênticas, cada uma sobre um lado da camada de núcleo.

Para propósitos de comparação, os lingotes compósitos também foram fundidos utilizando o processo de fundição descrito no documento WO04/112992 para fornecer amostras de acordo com o documento WO07/128391 e JP62-207642. No caso da amostra de acordo com o documento WO07/128391 a camada de núcleo é uma liga 6016 e as camadas revestidas são ligas da série 6XXX com baixo teor de soluto. No caso da amostra de acordo com JP62-207642 a camada de núcleo também é uma liga 6016 e as duas camadas revestidas são da mesma composição que é uma composição baseada em AA5005.

Ademais, as ligas de chapa automotiva monolíticas estabelecidas AC170, AA6016 e a liga de acordo com EP1685268 foram produzidas através de rotas de fundição DC convencionais.

A composição química das várias amostras testadas é mostrada na Tabela 1. Em cada caso, os lingotes que possuem uma espessura de 560mm foram fundidos e então escalpados para remover 25mm de cada lado. No caso dos produtos revestidos isso resultou em chapas em que duas camadas revestidas representam 10% da espessura de lingote total.

Os lingotes foram então homogeneizados, laminados a quente e a frio utilizando práticas convencionais a um calibre final de 1,0mm.

A chapa laminada a frio de todas as amostras, (exceto a amostra de acordo com EP 1685268), foi então tratada a quente por solubilização em uma linha de tratamento térmico de solubilização contínuo para fornecer temperaturas de metal pico em torno de 565°C durante 30 segundos. Após o tratamento térmico de solubilização (SHT), a chapa foi arrefecida bruscamente e submetida a uma prática de pré-envelhecimento seguida por resfriamento lento à temperatura ambiente.

A chapa de acordo com a composição B da Tabela 1 foi tratada a quente por solubilização a uma temperatura inferior de 500°C durante 20 segundos, de acordo com a instrução da EP1685268. Essa amostra não foi obtida

em um tratamento de pré-envelhecimento, pois, com esse tratamento, a mesma foi projetada para não endurecer por envelhecimento significativamente.

Todas as amostras foram deixadas envelhecer artificialmente durante vários dias à temperatura ambiente para fornecer um estado de entrega de T4.

Para avaliar a resposta de endurecimento por envelhecimento após o endurecimento por cozimento (têmpera T8), as amostras foram submetidas ao seguinte tratamento de envelhecimento e formação a frio; 2% de deformação mais 185°C durante 20 minutos.

As amostras do material T4 também foram submetidas a quantidades diferentes de pré-deformação para simular o tipo de formação usado na indústria quando fabricam-se partes conformadas. As quantidades de pré-deformação adicionais são 5, 10 e 15%. Os testes de capacidade de flexão foram usados para medir o desempenho de rebordamento durante períodos de até 12 meses, em que a chapa T4 foi deixada endurecer por envelhecimento naturalmente, então pré-deformada, então testada em termos de capacidade de flexão. A capacidade de flexão foi medida de acordo com o procedimento estabelecido em ASTM padrão 290C.

Tabela 1: composição de amostras, todos os valores estão em % em peso.

Amostra	Composição de núcleo (Al de equilíbrio e impurezas)				
	Mg	Si	Cu	Mn	Fe
Invenção	0,6	0,6	0,14	0,1	0,2
A	0,6	0,5	0,1	0,15	0,2
B	0,4	0,4	0,08	0,07	0,17
C	0,55	1,1	0,08	0,07	0,21
D	0,55	1,1	0,08	0,07	0,21
E	0,55	1,1	0,08	0,07	0,21
	Composição revestida (Al de equilíbrio e impurezas)				
Invenção	0,5	0,5		0,1	0,2
A	<i>Nenhuma camada revestida – monolítica</i>				
B	<i>Nenhuma camada revestida – monolítica</i>				
C	<i>Nenhuma camada revestida – monolítica</i>				
D	0,72	0,15	0,01	0,02	0,18
E	0,4	0,4	0,08	0,07	0,17

O exemplo comparativo A é uma composição conhecida como AC170 e é uma composição monolítica muito similar à composição de camada de núcleo da invenção.

O exemplo comparativo B é uma liga monolítica de acordo com EP1685268.

O exemplo comparativo C é uma liga monolítica que está dentro da faixa da liga de chapa automotiva estabelecida AA6016.

O exemplo comparativo D é um produto revestido com um núcleo de liga 6016 e camadas revestidas de liga da série 5XXX de acordo com JP62-207642.

O exemplo comparativo E é um produto revestido com um núcleo de liga 6016 e camada revestida de liga da série 6XXX similar àquelas descritas em WO07/128391.

b) Propriedades de Tração:

As propriedades de tração de todas as amostras foram medidas utilizando uma máquina de teste Zwick Z050.

A Tabela 2 abaixo mostra os dados de teste de tração, limite de elasticidade e resistência à tração final para o estado conforme entregue T4 e após o endurecimento por cozimento de acordo com as condições especificadas acima. (Todos os valores em MPa).

Tabela 2:

	T4 YS	UTS	T8 YS	UTS	PBR
Invenção	95	194	175	238	80
A	95	200	217	265	122
B	70	129	94	149	24
C	115	225	245	295	130
D	100	205	190	235	90
E	105	205	190	230	85

Pode ser observado que a resposta de cozimento de pintura (PBR) do produto inventivo é aceitável a um nível em torno de 80MPa. Embora essa resposta seja um pouco inferior àquela da amostra A ou C, essa é significativamente superior àquela da amostra B e continua útil para fabricantes

de automóveis. Ademais, essa é comparável ao nível de resposta de cozimento de pintura obtido com os produtos revestidos da técnica anterior.

Além do limite de elasticidade na condição T4 ser menor do que os limites de elasticidade das amostras revestidas comparativas D e E isso
5 significa que o produto inventivo fornece uma melhor conformabilidade de volumes do que esses produtos também.

c) Propriedades de Flexão:

o comportamento de flexão é apresentado nas Figuras 1 a 4 em anexo. O fator de flexão do produto inventivo permanece relativamente cons-
10 tante durante um período de 12 meses e permanece a um nível bem abaixo de 0,3. Não é relevante se a quantidade de pré-deformação antes do teste variar.

Em contrapartida, o fator de flexão da amostra A (a liga monolítica com a mesma composição que a camada de liga de núcleo da invenção)
15 a 0% de pré-deformação também estava em um valor baixo e razoavelmente constante ao longo do tempo com 0% de pré-deformação, (um ligeiro aumento pode ser detectado). Entretanto, uma vez que a pré-deformação aumenta, a tendência é que o fator de flexão será maior e será observado mais de um aumento ao longo do tempo. Mesmo após 5% de pré-deformação há
20 uma alteração significativa ao longo do tempo no valor de fator de flexão de modo que o valor esteja acima de 0,3 após 6 meses de envelhecimento. Em 10% de pré-deformação após 6 meses de envelhecimento o fator de flexão era 0,36, porém esse aumentou ao longo dos próximos 6 meses para um valor de 0,5.

25 A amostra B1 que é a amostra com uma baixa resposta de cozimento de pintura como observado acima, possui, conforme o produto inventivo, uma excelente capacidade de flexão que permanece estável ao longo do tempo, independentemente de pré-deformação.

A amostra C, a liga 6016 monolítica de resistência moderada-
30 mente alta, possui um valor de fator de flexão relativamente insatisfatório, que está em torno de 0,5 ou bem acima desse valor.

A amostra D, que é o núcleo de liga 6016 com camadas revesti-

das da série 5XXX possui um fator de flexão após 0% de pré-deformação e 3 meses de envelhecimento de 0,33, porém esse aumentou ligeiramente para um valor de 0,4 após 6 meses de envelhecimento. Alterações mais significativas no fator de flexão foram observadas quando a amostra foi submetida a pré-deformações de 5, 10 e 15% de modo que o fator de flexão seja elevado para valores dentro da faixa de 0,5 a 0,65.

A amostra E, que é o núcleo de liga 6016 com camada revestida série 6XXX com baixa teor de soluto geralmente possui fatores de flexão inferiores aos da amostra D. De fato em 0% de pré-deformação e 3 meses de envelhecimento o fator de flexão estava muito baixo a 0,16, Entretanto, o fator de flexão aumentou ao longo do tempo, e a taxa de alteração estava relativamente acentuada comparada com algumas outras amostras testadas, de modo que após 6 meses de envelhecimento e independentemente da quantidade de pré-deformação, o fator de flexão esteja sempre a ou acima de 0,4. Em suma, a análise dos dados de tração em combinação com os dados de flexão mostra que o produto inventivo fornece excelente capacidade de rebordeamento que permanece relativamente constante ao longo do tempo, independentemente da quantidade de pré-deformação antes da flexão, e ainda é capaz de fornecer um nível razoável de capacidade de endurecimento por cozimento. Nenhuma das amostras da técnica anterior testadas ofereceu essa combinação de propriedades. Uma vez formado, um produto de chapa da invenção pode ser endurecido durante os tratamentos de cozimento, enquanto as ligas monolíticas com o mesmo comportamento de flexão não podem.

O produto de acordo com a invenção é idealmente adequado para uso em estruturas automotivas.

REIVINDICAÇÕES

1. Produto de chapa revestida automotiva, caracterizado pelo fato de que compreende uma camada de núcleo e ao menos uma camada revestida, em que o núcleo compreende uma liga da seguinte composição em

5 % em peso:

Mg 0,45 – 0,8

Si 0,45 – 0,7

Cu 0,05 – 0,25

Mn 0,05 – 0,2

10 Fe até 0,35

outros elementos (ou impurezas) <0,05 cada e <0,15 no alumínio de equilíbrio total

e ao menos uma camada revestida compreende uma liga da seguinte composição em % em peso:

15 Mg 0,3 – 0,7

Si 0,3 – 0,7

Mn até 0,15

Fe até 0,35

20 outros elementos (impurezas) <0,05 cada e <0,15 no alumínio de equilíbrio total.

2. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o produto compreende duas camadas revestidas com uma camada revestida sobre cada lado da camada de núcleo.

3. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as duas camadas revestidas têm a mesma composição.

4. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teor de Mg na ao menos uma camada revestida é 0,4 a 0,6.

5. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teor de Mg na ao menos uma camada revestida é cerca de 0,5.

6. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teor de Si na ao menos uma camada revestida é 0,4 a 0,6.

5 7. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o teor de Si na ao menos uma camada revestida é cerca de 0,5.

8. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que o teor de Mg na camada de núcleo é 0,5 a 0,7.

10 9. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o teor de Mg na camada de núcleo é cerca de 0,6.

15 10. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que o teor de Si na camada de núcleo é 0,5 a 0,7.

11. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o teor de Si na camada de núcleo é cerca de 0,6.

20 12. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o fator de flexão, como medido por ASTM 290C está abaixo de 0,3 após 6 meses de envelhecimento natural.

25 13. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que o fator de flexão, como medido por ASTM 290C está abaixo de 0,3 após 12 meses de envelhecimento natural.

30 14. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que o fator de flexão, como medido por ASTM 290C está abaixo de 0,25 após 6 meses de envelhecimento natural.

15. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que o fator de flexão, como

medido por ASTM 290C está abaixo de 0,25 após 12 meses de envelhecimento natural.

5 16. Produto de chapa revestida de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que a resposta de cozimento de pintura é maior do que 75MPa.

17. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ser para uso em uma estrutura automotiva.

10 18. Produto de chapa revestida de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a estrutura automotiva é um painel ou uma capota.

Fig 1:

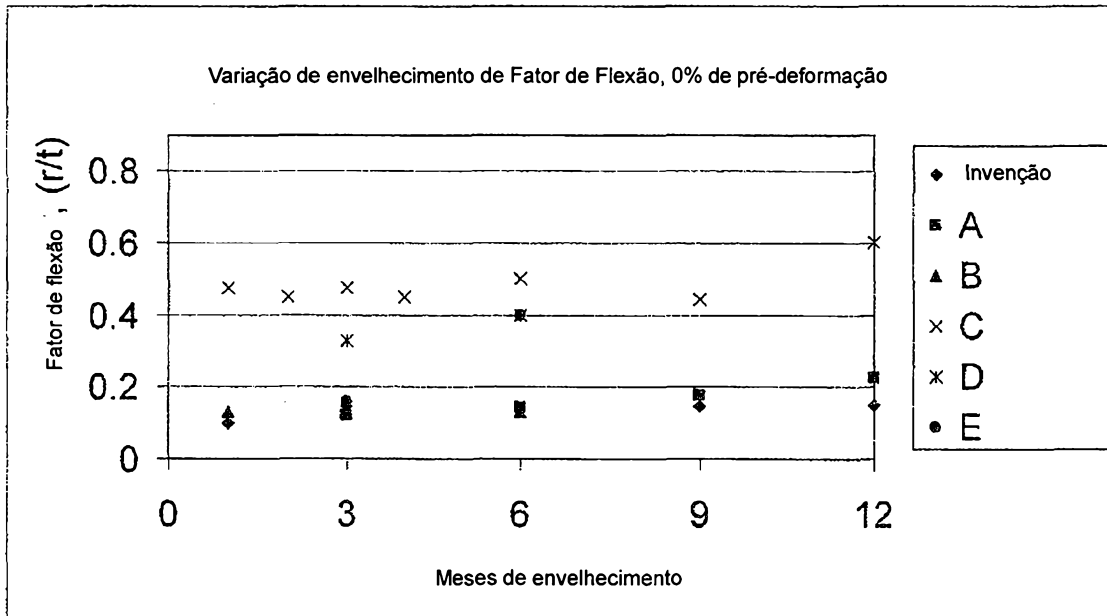


Fig 2:

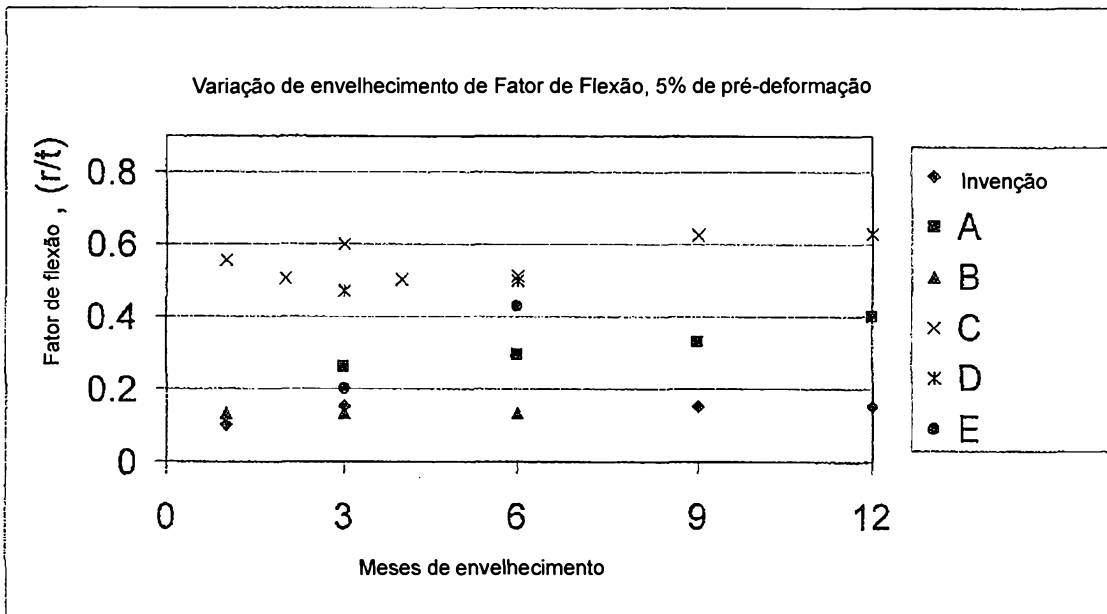


Fig 3:

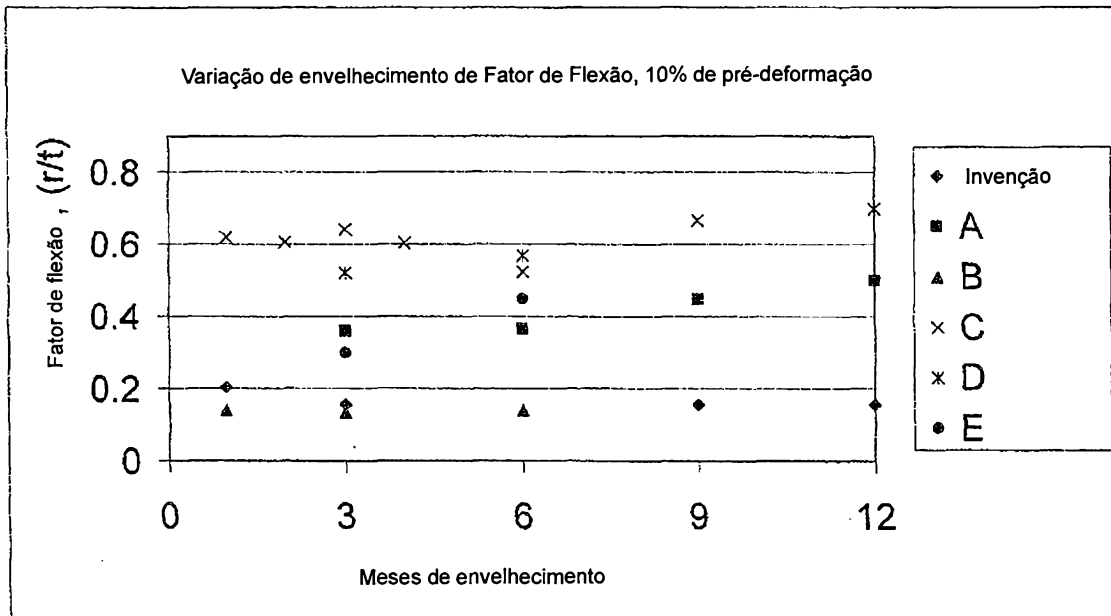


Fig 4:

