

# CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DAS TIRAS PRÉ-PINTADAS PRODUZIDAS NA CSN-PARANÁ

José Carlos E. Misurelli Jr.<sup>1</sup>  
Schirlei C. Androczevecz Silva.<sup>2</sup>  
Benedito Marcos Teixeira Carneiro<sup>3</sup>  
Cristiane de Toledo Torres<sup>4</sup>

**Resumo:** A Linha de Pintura Contínua da CSN-PR atende com bobinas pré-pintadas os mercados de Construção Civil e Linha Branca, utilizando diferentes sistemas de pintura. Operando desde Agosto 2003, a Linha de Pintura tem capacidade de produção nominal de 100.000 t/ano, tendo como substratos aço laminado a frio, aço galvanizado e galvalume. Serão apresentadas neste trabalho as propriedades e desempenho dos materiais produzidos para cada segmento de mercado, comparando com as atuais tecnologias de pós-pintura.

**Palavras-chave:** coil coating, corrosão, pré-pintado

---

Trabalho a ser apresentado no 41º Seminário de Laminação Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 26 a 28 de outubro de 2004 – Joinville – SC - Brasil

<sup>1</sup> Coordenador Linha de Pintura – CSN-PR

<sup>2</sup> Engº Desenvolvimento – CSN-PR

<sup>3</sup> Técnico de Laboratório – CSN-PR

<sup>4</sup> Operador de Laboratório – CSN-PR

## 1. INTRODUÇÃO

A CSN-PR está implantada em Araucária-PR e, desde de agosto de 2003, vem produzindo bobinas pré-pintadas para atender a demanda dos mercados de construção civil e linha branca que hoje utilizam, quase que exclusivamente, de processos próprios de pós-pintura.

Atualmente, os mercados estão se tornando mais competitivos, onde as empresas estão procurando diminuir seus custos de fabricação e aumentar a eficiência. O processo *coil coating* é um processo contínuo, altamente automatizado que, utilizando racionalmente os insumos, limpa e aplica pré-tratamento, aplica duas camadas de tinta em ambas as faces da chapa e entrega bobinas prontas para posterior fabricação em apenas uma etapa de processamento.

São várias as vantagens que o processo de pré-pintura oferece em relação aos processos convencionais de pintura utilizados pelos fabricantes de telhas e linha branca: redução de capital, aumento de qualidade, redução de custos e redução do impacto ambiental.

Apesar de se trabalhar com solventes orgânicos, a emissão atmosférica destes compostos é drasticamente reduzida pela utilização de incinerador de gases. Cerca de 99% dos solventes são eliminados neste processo. Além disto, durante a operação normal da linha, é realizada a combustão dos solventes orgânicos provenientes da evaporação das tintas, aproveitando esta energia para gerar calor e reduzir o consumo de gás natural. Esta energia é utilizada tanto para o pré-aquecimento do ar das estufas, como para o aquecimento da água utilizada no processo.

Serão apresentados abaixo as características e possibilidades desta linha, as especificações dos materiais atualmente utilizados para construção civil e linha branca, bem como sua performance frente a ensaios de corrosão acelerada. Além disto, é feita a comparação com o desempenho de materiais atualmente utilizados, baseados na pintura a pó. Além dos ensaios em laboratório, uma estação de corrosão atmosférica foi instalada (foto 1), de maneira a acompanhar de maneira mais real o desempenho de todos os materiais produzidos. O ambiente é altamente agressivo, já que nas áreas vizinhas estão instaladas uma refinaria e uma fábrica de fertilizantes.



Foto 1 – Estação de corrosão atmosférica da CSN-PR

## 2. A LINHA DE PINTURA <sup>(1)</sup>

A Linha de Pintura é uma linha de processamento contínuo de bobinas e é, em muitos aspectos, similar às linhas de galvanização, principalmente nas seções de entrada e saída. Suas características e parâmetros principais estão apresentados resumidamente na Tabela 1.

<b>DADOS GERAIS DA LINHA DE PINTURA</b>	
SUBSTRATOS	Aço laminado a frio, aço galvanizado e galvalume
ESPESSURA DO SUBSTRATO (min / max)	0,25 mm / 1,55 mm
LARGURA DA TIRA (min / max)	800 mm / 1600 mm
DIÂMETRO INTERNO SAÍDA	508 mm e 610 mm
DIÂMETRO EXTERNO SAÍDA (min / max)	610 mm / 2100 mm
PESO MÁXIMO DE BOBINAS	25 t
VELOCIDADE DA LINHA (max)	100 m/min
PRODUÇÃO NOMINAL	100.000 t/ano
TEMPERATURA DE PICO DO METAL (max)	260 °C
TEMPERATURAS TÍPICAS DA ESTUFA	Zona 1: 350 °C Zona 2: 370 °C Zona 3: 400 °C Zona 4: 450 °C

Tabela 1 – Resumo dos parâmetros da Linha de Pintura

Antes de receber a aplicação das tintas, os materiais são limpos através da aspersão de solução desengraxante e escovamento. Para conferir uma maior proteção contra a corrosão e aumentar a aderência das tintas, as tiras são subersas em soluções fosfatizantes e recebem a aplicação de um enxágüe final à base de cromo. Para superfícies zincadas, utiliza-se o fosfato de zinco. Já para laminados a frio, fosfato de ferro. Todas as etapas possuem temperaturas e concentrações controladas e a adição de produtos químicos, quando necessária, é realizada automaticamente. Após esta etapa denominada de Pré-tratamento, as superfícies estão prontas para receber as tintas.

A aplicação de tintas é feita através de rolos revestidos de poliuretano com dureza controlada que, através de ajustes de velocidade de rotação e pressão de contato, controlam a quantidade de tinta transferida, de forma a obter a camada desejada. As tintas utilizadas necessitam de calor para atingir a cura e conseqüente resistência química. Para tal, o material recém-aplicado passa por estufas procurando atingir aproximadamente 240°C na superfície das chapas.

É possível realizar a aplicação de até duas camadas de tinta em cada face das chapas em somente um passe na linha. Além disto, muitos materiais recebem uma aplicação adicional de filme protetivo adesivado, à base de polietileno. Esta aplicação se faz procurando evitar danos às superfícies, antes da utilização final.

A cada bobina produzida, é retirada uma amostra na saída da linha para a realização de ensaios físico-químicos objetivando avaliar a qualidade do material. Os ensaios realizados são: Cor, Espessura, Brilho, Resistência a MEK (Metil etil cetona), Dureza, Aderência, Resistência ao Impacto e Flexibilidade. São ensaios de rápida execução, capazes de detectar qualquer anomalia no material recém-produzido.

Além destes ensaios, são realizados testes de corrosão acelerada em laboratório, submetendo os materiais a Câmara de Umidade<sup>(2)</sup> e Salt Spray<sup>(3)</sup>. Estes

ensaios normatizados, apesar de validade sempre discutida, continuam sendo os métodos mais fáceis e práticos para a avaliação da proteção anticorrosiva de materiais revestidos.

### 3. TECNOLOGIAS DE TINTAS<sup>(4)</sup>

Apresentam-se abaixo as tecnologias de tintas utilizadas:

#### - Poliéster:

São as tintas mais utilizadas em *coil coating*, representando mais da metade do volume de tintas utilizado neste setor. Apresentam inúmeras variações na sua composição química, peso molecular ou quantidade de ramificações nas cadeias. Pode-se ajustar também a quantidade de grupos reativos, aumentando ou diminuindo a quantidade de ligações cruzadas após a cura, alterando flexibilidade, resistência química, etc. Estas variações podem ser controladas, de forma a se obter as propriedades desejadas.

As tintas a base de poliéster são caracterizadas por apresentarem excelente flexibilidade e adesão ao metal, razão de serem largamente utilizadas também como *primer*. Também apresentam razoável retenção de cor e brilho e dureza aceitável. Estas tintas são empregadas principalmente no mercado de construção civil, para telhados, tapamentos laterais e câmaras frias.

#### - Poliuretano:

São tintas a base de poliéster, porém com modificação no agente de cura utilizado, geralmente um composto à base de isocianatos. Conferem melhores propriedades aos produtos, como melhor retenção de brilho e cor, flexibilidade e resistência a riscos (dureza). Da mesma forma que as tintas à base de poliéster, possuem grande variação no que diz respeito às cadeias e ramificações, adaptando-se ao uso final.

Estes materiais têm sido utilizados principalmente para atendimento ao mercado de linha branca.

### 4. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE PINTURA

As características dos sistemas padrão para construção civil e linha branca estão apresentados nas tabelas abaixo.

Os sistemas listados foram desenvolvidos originalmente para competirem em igualdade com os sistemas convencionais de pós-pintura existentes, no caso do mercado de Construção Civil, ou baseados em especificações dos principais fabricantes de eletrodomésticos do país.

No caso dos sistemas de Construção Civil, observou-se que o material desenvolvido superava as exigências. Desta forma, outros dois sistemas foram desenvolvidos com especificação inferior, e são chamados neste trabalho de Sistemas Alternativos 1 e 2.

## SISTEMA DE PINTURA PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Substratos	ZINCADO, GALVALUME
Resina	Poliéster
Cor	+ - 0,5 un (L,a,b)
Brilho 60°	40 +-5%
Espessura primer	4 a 6 µ
Espessura do acabamento	18 a 22 µ
Dureza	F (mínimo)
Flexibilidade	2T (mínimo) NTO
Impacto	80 pol/lb (mínimo)
Cura (MEK)	100 duplas fricções c/ MEK s/ exp. primer
Névoa salina	1000 h, sem bolhas ou perda de aderência e com avanço da corrosão menor que 3 mm a partir do corte
Umidade	1000 h, sem presença de bolhas, trincas, deslocamento ou perda de brilho
QUV	Após 1000 h, de exposição deve apresentar perda de brilho máxima de 30% em relação ao valor inicial

## SISTEMA DE PINTURA PARA LINHA BRANCA

Substratos	ZINCADO OU FINA A FRIO
Resina	Poliuretano
Cor	+ - 0,5 un (L,a,b)
Brilho 60°	Acima de 90 u.b.
Espessura primer	4 a 6 µ
Espessura acabamento	18 a 22 µ
Dureza	F (mínimo)
Flexibilidade	1T (mínimo) NTO
Impacto	160 pol/lb (mínimo)
Cura (MEK)	150 duplas fricções c/ MEK s/ exp. primer
Resistência a Detergente	40 hs sem alteração de cor, sem empolamento ou perda da aderência ou do brilho
Resistência a Álcool	24 hs sem alteração de cor, sem empolamento ou perda da aderência ou do brilho
Névoa salina	500 hs, sem bolhas ou perda de aderência e com avanço da corrosão menor que 3 mm a partir do corte
Umidade	500 hs, sem presença de bolhas, trincas, sem perda da aderência ou de brilho

## 5. DESEMPENHO DOS MATERIAIS

Para a realização dos ensaios de corrosão acelerada e comparação de desempenho, os materiais foram separados em três grupos distintos. Os dois primeiros correspondem a sistemas utilizados para a Construção Civil (CC).

No primeiro grupo, além do produto padrão zincado e com revestimento galvalume, utilizou-se um galvalume com revestimento mais baixo, ainda não utilizado comercialmente no mercado, pois acredita-se que devido a alta resistência a corrosão do galvalume mais a proteção do “coil coating”, esta alteração de camada não faria diferença no desempenho do material. O segundo grupo apresenta sistemas alternativos, baseados em produtos com camada inferior ou substituição de camada de tinta de fundo por outro material. Este grupo foi criado para atender a especificação original criada, uma vez que o produto padrão superou muito a

especificação inicial. O terceiro grupo compreende os sistemas padrão utilizados em Linha Branca (LB), sobre material zincado ou laminado a frio, e materiais retirados das linhas de pós-pintura de fabricantes de eletrodomésticos.

#### A1) CC Padrão:

- **Sistema Padrão**  
Substrato: aço carbono zincado, rev. B  
Pré-Tratamento: fosfato de zinco; enxágüe cromo  
Primer: poliéster 5  $\mu\text{m}$   
Acabamento: poliéster 20  $\mu\text{m}$
  
- **Sistema Galvalume AZ100**  
Substrato: aço carbono revestido com galvalume AZM100 (100g/m<sup>2</sup>)  
Pré-Tratamento: fosfato de zinco; enxágüe cromo  
Primer: poliéster 5  $\mu\text{m}$   
Acabamento: poliéster 20  $\mu\text{m}$
  
- **Sistema Galvalume AZ150**  
Substrato: aço carbono revestido com galvalume AZM150 (150g/m<sup>2</sup>)  
Pré-Tratamento: fosfato de zinco; enxágüe cromo  
Primer: poliéster 5  $\mu\text{m}$   
Acabamento: poliéster 20  $\mu\text{m}$

#### A2) CC Alternativo:

- **Sistema Alternativo 1**  
Substrato: aço carbono zincado, rev. B  
Pré-Tratamento: fosfato de zinco; enxágüe cromo  
Primer: poliéster 3  $\mu\text{m}$   
Acabamento: poliéster 15  $\mu\text{m}$
  
- **Sistema Alternativo 2**  
Substrato: aço carbono zincado, rev. B  
Pré-Tratamento: fosfato de zinco; enxágüe cromo modificado  
Sistema sem primer  
Acabamento: poliéster 20  $\mu\text{m}$

#### B) Linha Branca:

- **Sistema Padrão Zincado (Pré-Pintado)**  
Substrato: aço carbono zincado, rev. X  
Pré-Tratamento: fosfato de zinco; enxágüe cromo  
Primer: poliuretano 5  $\mu\text{m}$   
Acabamento: poliuretano 20  $\mu\text{m}$
  
- **Sistema Padrão Laminado a Frio (Pré-Pintado)**  
Substrato: aço carbono  
Pré-Tratamento: fosfato de ferro; enxágüe cromo  
Primer: poliuretano 5  $\mu\text{m}$   
Acabamento: poliuretano 20  $\mu\text{m}$
  
- **Sistemas Convencionais (Pós-Pintado)**  
Amostras 1 a 4: sistemas de pintura encontrados no mercado (Amostra 1: lavadora de louça; Amostra 2: vídeo cassete; Amostra 3: DVD e Amostra 4 : porta refrigerador pós-pintado (pó híbrido).

Todas as amostras analisadas foram retiradas na própria linha de pintura após o processo do material. Esta coleta de amostras vem sendo feita desde o início de operação da linha. As únicas amostras que não são da linha de pintura são as utilizadas para comparação no grupo B que foram retiradas do mercado de fabricantes de eletrodomésticos ou de eletro-eletrônicos.

As amostras de galvalume foram produzidas na CSN-PR na linha de galvanização contínua também operando desde agosto de 2003.

As amostras foram ensaiadas em Salt Spray, Câmara Úmida e postas no Campo de Corrosão Atmosférica. Todas as análises foram feitas no próprio laboratório da CSN-PR, de acordo com as Normas da NCCA<sup>(5)</sup> (National Coil Coating Association).



Foto 2 – Foto exemplo da disposição das amostras Câmara de Névoa Salina (Salt Spray)

As amostras ficaram em Câmara Úmida o mesmo tempo utilizado no Salt Spray mas como nenhuma amostra apresentou qualquer irregularidade não foi possível nenhuma comparação.

Para comparação entre as amostras utilizou-se o avanço médio de corrosão a partir do risco após o ensaio de Salt Spray. Os resultados serão apresentados a seguir:

- A1 ) CC Padrão

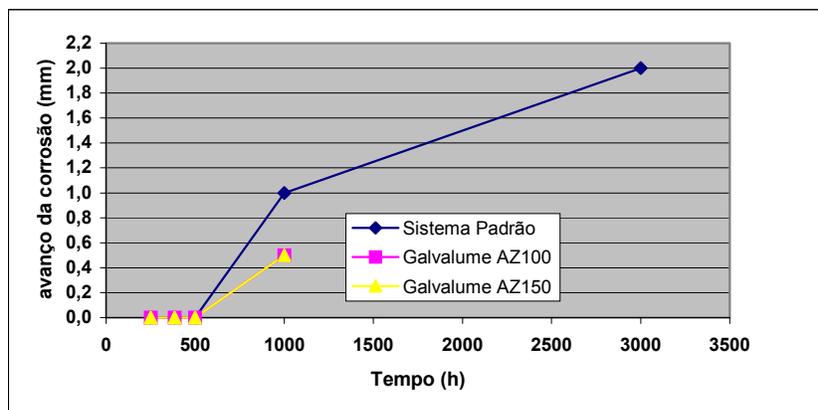


Figura 1 – Gráfico do avanço de corrosão após ensaio de Salt Spray para as amostras do grupo A1

Percebe-se que as amostras padrão utilizadas no mercado de construção civil tiveram um desempenho bem superior ao especificado, de até 3mm a partir do corte após 1000 horas de Salt Spray. Após 3000 horas de ensaio as amostras ainda estavam dentro da especificação.

O material galvalume só foi ensaiado até 1000 horas mas percebe-se um desempenho superior ao material galvanizado, sendo que a camada mais baixa de galvalume (AZ100) não prejudicou em nada o desempenho do material.

#### - A2) Sistemas Alternativos

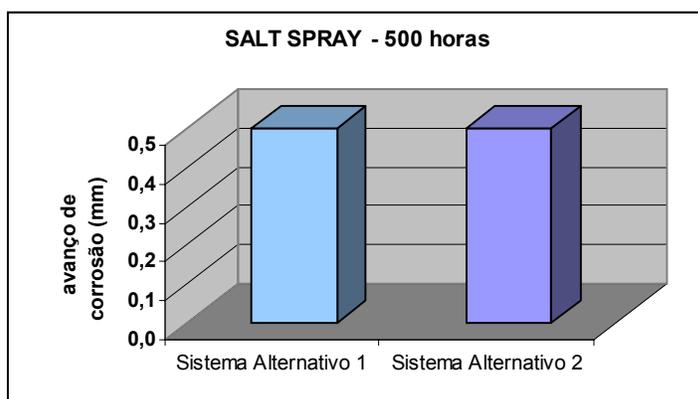


Figura 2 – Gráfico do avanço de corrosão após ensaio de Salt Spray para as amostras do grupo A2

Como pode ser visto no gráfico, ambos os sistemas alternativos tiveram um bom desempenho no Salt Spray ficando dentro da especificação proposta que foi de avanço máximo de corrosão de 3 mm a partir do corte em 500 horas.

#### - B) Linha Branca

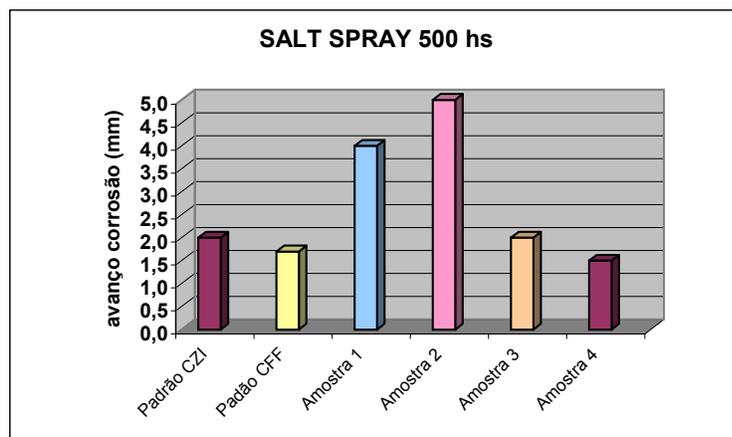


Figura 3 – Gráfico do avanço de corrosão após o Salt Spray para os materiais do grupo B

Observa-se que os materiais padrão para linha branca zincados ou laminados a frio tiveram um desempenho dentro da especificação (avanço de corrosão menor que 3mm a partir do corte) e que o desempenho está acima do encontrado no mercado, onde obteve-se avanço de corrosão médio de até 5 mm.

## **6. CONCLUSÕES:**

- O processo de pré-pintura apresenta inúmeras vantagens quando comparado com os processos tradicionais de pós-pintura: utilização racional dos insumos, recuperação de energia, proteção ambiental, etc.
- Os resultados demonstram que a tecnologia de Pré-Pintura é uma alternativa viável para a pintura de materiais destinados à Construção Civil e Linha Branca.
- Os sistemas padrão em utilização na Construção Civil apresentam desempenho superior às tecnologias de pós-pintura atualmente existentes.
- Os sistemas alternativos apresentam-se como um boa opção para quem procura materiais mais baratos, com proteção anticorrosiva inferior, quando comparada com o sistema padrão.
- O revestimento mais baixo no material Galvalume pré-pintado também apresenta-se como uma boa alternativa para a construção civil pois torna o material Galvalume mais competitivo sem alterar seu desempenho.
- Os materiais para linha branca pré-pintados apresentaram um ótimo comportamento, tanto no substrato zincado quanto no laminado a frio, atendendo às exigências dos diversos fabricantes brasileiros de eletrodomésticos.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- (1) **Functional Description of CISA-CSN Coil Coating Line;** ROSS AIR SYSTEMS; EUA, 2002.
- (2) **ASTM B 117-97 Standard Practice for Operation of Salt Spray (Fog) Standard Apparatus;** ASTM; EUA, 1997.
- (3) **ASTM D 2247-99 Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100% Relative Humidity;** ASTM; EUA, 1999.
- (4) Gaske, Joseph E.; **Coil Coatings;** Federation of Societies for Coatings Technology; EUA, 1987.
- (5) **ASTM Standards for the Coil Coating Industry;** ASTM; EUA, 2000.

# PROPERTIES AND PERFORMANCE OF PRE-PAINTED MATERIAL FROM CSN-PR

José Carlos E. Misurelli Jr.<sup>1</sup>  
Schirlei C. Androczevecz Silva.<sup>2</sup>  
Benedito Marcos Teixeira Carneiro<sup>3</sup>  
Cristiane de Toledo Torres<sup>4</sup>

**Abstract:** The Continuous Coil Coating Line from CSN-PR supplies painted coils and blanks for the Construction and Appliance markets using different paint systems. Producing painted coils since August 2003, it has a nominal capacity of 100.000 t/year, using as substrates cold rolled steel, galvanized and galvalume. In this paper will be presented the properties and performance of the painted materials produced for each market, comparing these results with the post-painted technologies.

**Key-words:** coil coating, corrosion, pre-painted materials

---

Paper to be presented on the 41º Seminário de Laminação Processos e Produtos Laminados e Revestidos, October 26-28, 2004 – Joinville – SC - Brasil

<sup>1</sup> Paint Line Coordinator – CSN-PR

<sup>2</sup> Development Engineer – CSN-PR

<sup>3</sup> Lab Technician – CSN-PR

<sup>4</sup> Lab Operator – CSN-PR