

DESENVOLVIMENTO DE MODELO GRÁFICO QUE APRESENTA A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DO PROCESSO DE CROMATIZAÇÃO NA ESPESSURA DA PELÍCULA CROMATIZADA OBTIDA NOS PROCESSOS INDUSTRIAIS DE PRÉ-TRATAMENTO QUÍMICO PARA PINTURA ELETROSTÁTICA DE PERFIS DE ALUMÍNIO ⁽¹⁾

⁽²⁾ João Inácio Graciolli Guimarães

⁽³⁾ Mauro Luiz Roberto de Camargo

⁽⁴⁾ Rogério Alves de Paula

⁽⁵⁾ Maurizio Ferrari

⁽⁶⁾ Rogério dos Santos

RESUMO

Para assegurar a eficiência da ancoragem do revestimento orgânico à base de poliéster no processo de pintura eletrostática do alumínio é necessário realizar processo preliminar de tratamento químico da superfície. Esse pré-tratamento tem a função de garantir a ancoragem adequada do poliéster propiciando durabilidade e desempenho ao processo de pintura e consequentemente do produto pintado na sua aplicação. O processo de pré-tratamento químico mais largamente utilizado é o processo de cromatização. O presente trabalho apresenta a elaboração do modelo gráfico desenvolvido para relacionar a espessura da camada cromatizada com a temperatura do banho de pré-tratamento.

Palavras chave: tratamento de superfície; pintura; cromatização.

(1) V Congresso Internacional do Alumínio – Chamada de Trabalhos - Tratamento de Superfície - 24, 25 e 26 de abril de 2012 – São Paulo – Brasil.

(2) Consultor de Engenharia VM\CBA; (3) Supervisor Químico VM\CBA; (4) Supervisor de Processo VM\CBA; (5) Gerente Técnico e Vendas Italteco\Itália; (6) Gerente Italteco Brasil.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os produtos perfis de alumínio pintados possuem uma vasta aplicação, principalmente no segmento de construção civil e arquitetura, compondo como um todo as fachadas e esquadrias de alumínio dos empreendimentos. Para essas aplicações, é necessário que os produtos pintados estejam com as suas propriedades asseguradas para garantir um adequado desempenho com relação à durabilidade. De forma geral, os empreendimentos imobiliários atestam garantias das suas instalações em cinco anos, e as esquadrias à base de produtos de alumínio pintados tem que conferir garantias iguais ou superiores. Considerando a aplicação na construção civil a condição mais agressiva para aplicação dos produtos pintados, já que os empreendimentos podem estar localizados em regiões urbanas de alta industrialização e regiões litorâneas ambas com presenças de intempéries, os produtos pintados à base de recobrimento orgânico de poliéster tem que possuir propriedades que assegurem a aplicação nessas condições garantindo a resistência à corrosão.

Para assegurar a propriedade anticorrosiva da superfície do alumínio pintado, o revestimento orgânico à base de poliéster precisa estar adequadamente depositado e aderido perfeitamente à superfície do alumínio. A perfeita adesão do revestimento orgânico se dá em função principalmente de um adequado processo preliminar de pré-tratamento preparando a superfície do alumínio para o processo de deposição do poliéster e posteriormente a cura do poliéster formando a película de pintura. O processo de pré-tratamento tem a função de formar a camada de conversão ou camada de cromatização, composta por cromato básico de cromo, ferrocianeto de cromo e óxido de alumínio. A camada de cromatização formada adequadamente confere ao alumínio pré-tratado condições superficiais para ancoragem e aderência adequada da película de poliéster depositado por processo de pintura eletrostática, e conseqüentemente, conferir propriedades de resistência à corrosão do produto de alumínio pintado.

A camada de cromatização ou conversão é produzida por processo químico à base de banho de cromo, fluoreto e acelerador de reação que funciona como catalizador da reação, convertendo a superfície de alumínio na camada de conversão. A camada de cromatização é similar a um gel, que após sua formação endurece adquirindo resistência mecânica. Para formação da camada de cromatização são necessárias adequadas condições dinâmicas, químicas e térmicas, tempo de exposição do processo químico, composição do processo químico e a temperatura do banho respectivamente. Segue a ilustração da camada de cromatização e a sua composição química.

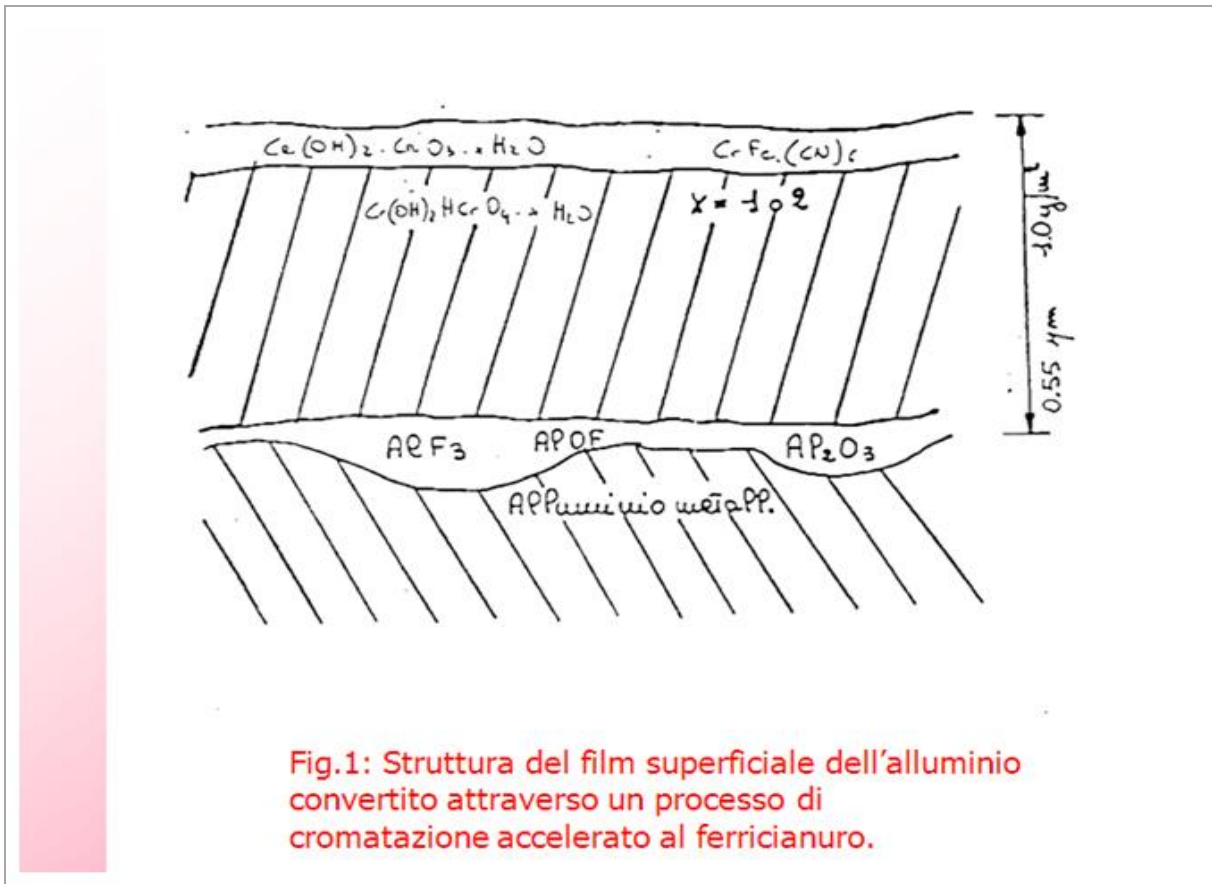


Figura 1: Filme estruturado de cromatização – alumínio convertido por processo de cromatização – Imagem Italtecno Itália.

O processo de cromatização é estabelecido em função da velocidade da operação da planta de pintura onde a película de poliéster é aplicada. Na planta da VM/CBA que opera com velocidade média de aplicação do poliéster de 2 m/min, o tempo de exposição da superfície do alumínio ao banho de cromatização é de 2 minutos. A temperatura do processo é estabelecida em 20 a 30°C, e a composição química na faixa 10 a 17g/l do agente cromatizante, aditivo químico específico para o processo de cromatização comercializado pela Italtecno do Brasil, contendo cromo, fluoreto e acelerador de reação.

Conforme ABNT NBR 14125 – “Tratamento de superfície do alumínio e suas ligas - Revestimento orgânico para fins arquitetônicos – Pintura” e a Qualicoat – diretrizes e normas internacionais para processo de pintura de perfis alumínio, a camada de cromatização deve ter peso específico de 0,4 a 1,2 g/m². Portanto, para o processo de cromatização as condições são controladas para obtenção de camada cromatizada de no mínimo 0,4 g/m² conforme ABNT NBR 14125, e 0,6 g/m² conforme Qualicoat.

O trabalho em questão desenvolveu modelo gráfico que apresenta a influência da temperatura do processo de cromatização e da concentração do agente cromatizante na espessura da película de cromatização obtida no processo de pré-tratamento. Essa influência é medida pelo peso específico da película de cromo formada, que também está diretamente relacionada à

espessura dessa camada obtida. O modelo gráfico permite estabelecer a correlação entre a camada, a temperatura e concentração química do processo. Isso possibilita que em função dos parâmetros do banho a camada em formação seja prevista, permitindo conhecer o peso específico da camada sem que haja a necessidade de ensaios laboratoriais. Dessa forma, o parâmetro de peso específico da camada de cromatização formada pode ser constantemente acompanhado pela operação da planta em função dos parâmetros do processo. Esse modelo permite identificar as condições termoquímicas ideais da planta de pintura para a formação da camada cromatizada, atendendo adequadamente as especificações definidas pela ABNT NBR 14125 e a Qualicoat.

Para a análise quantitativa do peso específico da camada utiliza-se o ensaio de laboratório padronizado pela ABNT NBR 14125 que estabelece reação em ácido nítrico que ataca especificamente solubilizando a camada cromatizada. O peso da camada de cromo é dado mediante pesagens da amostra antes e depois do processo de solubilização.

Na figura 2 está apresentado o padrão visual qualitativo estabelecido para a adequada camada cromatizada para uma ancoragem eficiente do revestimento orgânico à base de poliéster.

 Tratamento de Superfície do Alumínio Planta de Pintura Quadro Comparativo - Perfil de Alumínio com Camada de Conversão		
Amostra	Tonalidade	Resultado de Tonalidade
1	Alumínio Natural	-
2	Amarelo Fraco	Padrão Mínimo
3	Amarelo Médio	Padrão de Trabalho
4	Amarelo Iridescente	Aceitável
5	Amarelo Forte	Fora do Padrão



Elaboração: Engenharia de Processo - TS

Figura 2: Padrão visual estabelecido pela VM/CBA para a qualidade da camada de cromatização do processo de pré-tratamento da camada cromatizada.

2. DESENVOLVIMENTOS E MÉTODOS

Para elaboração do modelo gráfico foi estabelecido um planejamento experimental conforme tabela 1 abaixo, considerando as variáveis de influência como sendo a temperatura do banho e a concentração do agente cromatizante e a variável de resposta o peso específico da camada cromatizante. O processo de pré-tratamento foi reproduzido e simulado em laboratório, ensaiando as amostras por imersão em soluções nas condições termoquímicas pré-estabelecidas.

O tempo de processamento considerando a velocidade média da operação de 2 m/min da planta equivale a 2 minutos de imersão na solução para cada condição específica dos ensaios. Dessa forma, o tempo de imersão que equivale ao tempo de processo na planta foi considerado constante simulando as condições reais de processamento do pré-tratamento da planta de pintura da VM/CBA.

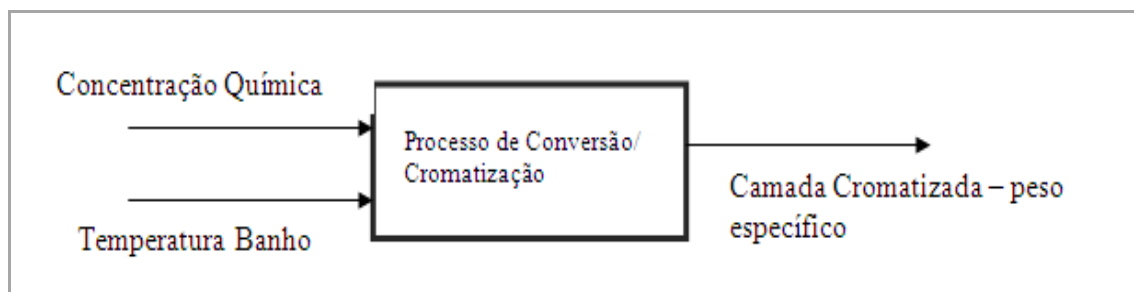


Figura 3: Representação das variáveis de entradas e saídas do processo de conversão.

2.1 Planejamento Experimental

Simulação do processo – ensaios de 1 a 20 nas condições de temperatura e concentração química do banho.

Concentração Química - Agente Cromatizante (g/l)	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0
Temperatura (°C)					
25	1	2	3	4	5
27	6	7	8	9	10
30	11	12	13	14	15
42	16	17	18	19	20

Tabela 1: Planejamento experimental dos ensaios para obtenção da camada de conversão – realizado na unidade de desenvolvimento de processo e produto do tratamento de superfície da VM/CBA;

O planejamento experimental acima foi realizado em amostras de chapa e amostras de perfis de alumínio. O objetivo foi apresentar que independente da geometria da amostra o resultado do peso específico seria equivalente. Amostras em chapas são usadas para reprodução do processo de pintura de perfis e são armazenadas como amostras testemunhas dos lotes de perfis

processados industrialmente. Portanto, a comprovação de resultados similares foi importante para a manutenção da utilização de chapas de pequenas dimensões como amostras testemunhas para necessidades de análises da qualidade de lotes industrialmente processados.

Assim, foram ensaiadas 80 amostras nas condições estabelecidas apresentadas na tabela 1 já que cada amostra foi realizada em duplicata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos do peso específico da camada de cromatização conforme planejamento experimental realizado.



 Tratamento de Superfície do Alumínio Planta de Pintura Eletrostática  Processo de Cromatização					
Peso Específico Médio da Camada de Cromatização x Temperatura do Banho Químico x Concentração de Cr ⁺⁵					
1. Ensaios realizados com temperatura do banho de cromatização a 25°C					
Concentração do banho	11 g/l	12 g/l	13 g/l	14 g/l	15 g/l
Ensaios Realizados	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)
Chapa 1	0,38	0,40	0,50	0,53	0,56
Chapa 2	0,35	0,39	0,50	0,54	0,60
Média Chapa	0,36	0,40	0,50	0,53	0,58
Perfil 1	0,40	0,39	0,52	0,57	0,60
Perfil 2	0,41	0,40	0,52	0,56	0,63
Média Perfil	0,40	0,40	0,52	0,56	0,62
Média Temperatura 25°C	0,38	0,40	0,51	0,55	0,60
2. Ensaios realizados com temperatura do banho de cromatização a 27°C					
Concentração do banho	11 g/l	12 g/l	13 g/l	14 g/l	15 g/l
Ensaios Realizados	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)
Chapa 1	0,42	0,43	0,50	0,52	0,56
Chapa 2	0,41	0,43	0,45	0,60	0,60
Média Chapa	0,41	0,43	0,47	0,56	0,58
Perfil 1	0,41	0,42	0,46	0,56	0,60
Perfil 2	0,38	0,41	0,50	0,55	0,59
Média Perfil	0,39	0,41	0,48	0,56	0,59
Média Temperatura 27°C	0,40	0,42	0,47	0,56	0,59
3. Ensaios realizados com temperatura do banho de cromatização a 30°C					
Concentração do banho	11 g/l	12 g/l	13 g/l	14 g/l	15 g/l
Ensaios Realizados	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)
Chapa 1	0,41	0,42	0,43	0,43	0,43
Chapa 2	0,40	0,40	0,43	0,44	0,44
Média Chapa	0,40	0,41	0,43	0,43	0,44
Perfil 1	0,40	0,42	0,43	0,43	0,50
Perfil 2	0,40	0,42	0,50	0,49	0,46
Média Perfil	0,40	0,42	0,46	0,46	0,48
Média Temperatura 30°C	0,40	0,42	0,45	0,44	0,46
4. Ensaios realizados com temperatura do banho de cromatização a 42°C					
Concentração do banho	11 g/l	12 g/l	13 g/l	14 g/l	15 g/l
Ensaios Realizados	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)	Peso Camada Cr (g/lm ²)
Chapa 1	0,20	0,22	0,23	0,29	0,31
Chapa 2	0,20	0,20	0,26	0,29	0,32
Média Chapa	0,20	0,21	0,25	0,29	0,32
Perfil 1	0,19	0,23	0,25	0,30	0,31
Perfil 2	0,21	0,20	0,27	0,29	0,33
Média Perfil	0,20	0,22	0,26	0,30	0,32
Média Temperatura 42°C	0,20	0,21	0,25	0,29	0,32

Tabela 2: Resultados das camadas de cromatização obtidas conforme planejamento experimental apresentado na tabela 2.

Analisando os resultados obtidos para perfis e chapas pode-se observar uma diferença ínfima não sendo, portanto, significativa. Dessa forma, não houve diferenças significativas entre os resultados obtidos por amostras de geometria em chapas e em perfis. As chapas podem ser utilizadas como amostras testemunhas para comprovar a qualidade dos lotes industrialmente processados representando adequadamente a condição qualitativa da camada cromatizada de lotes de perfis pintados produzidos.

Abaixo segue modelo gráfico obtido, apresentando a relação do peso específico da camada de cromatização em relação à temperatura e a concentração do processo químico simulado.

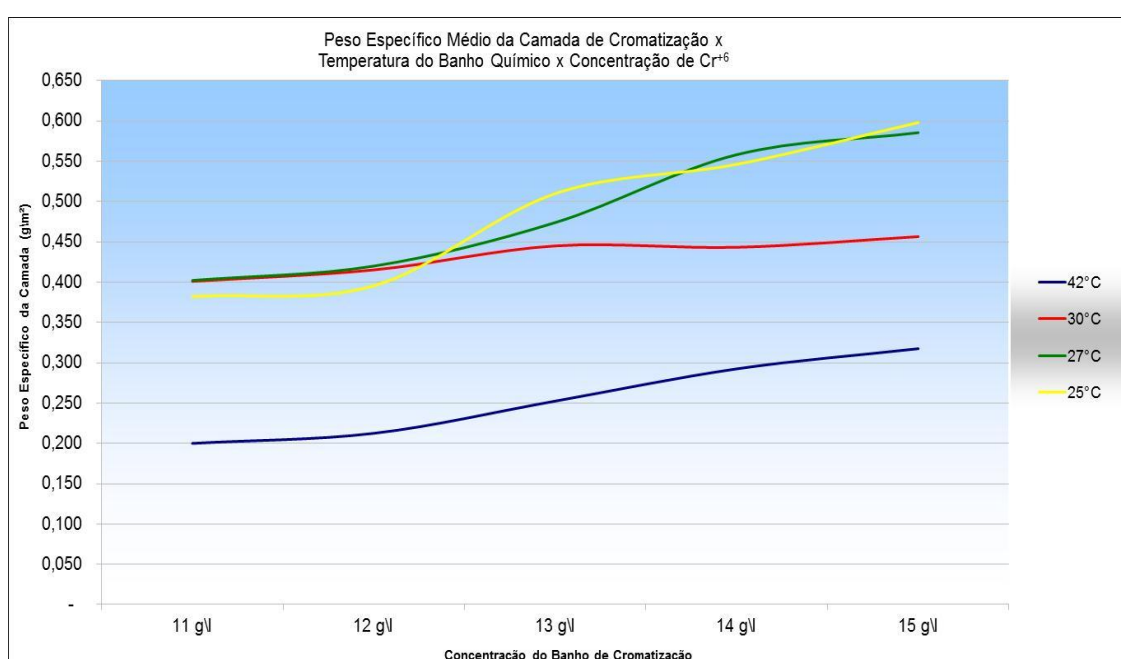


Figura 4: Modelo gráfico obtido para o peso específico da camada cromatizada em função da temperatura e concentração química simulado do processo.

O modelo gráfico permite determinar a melhor condição dos parâmetros do processo, temperatura e concentração do agente cromatizador, para obtenção da adequada camada de cromatização.

Na figura 4 segue modelo matemático com as curvas de correlação para as condições de temperaturas de 25, 27, 30, e 42°C, apresentando os coeficientes de correlação (R^2).

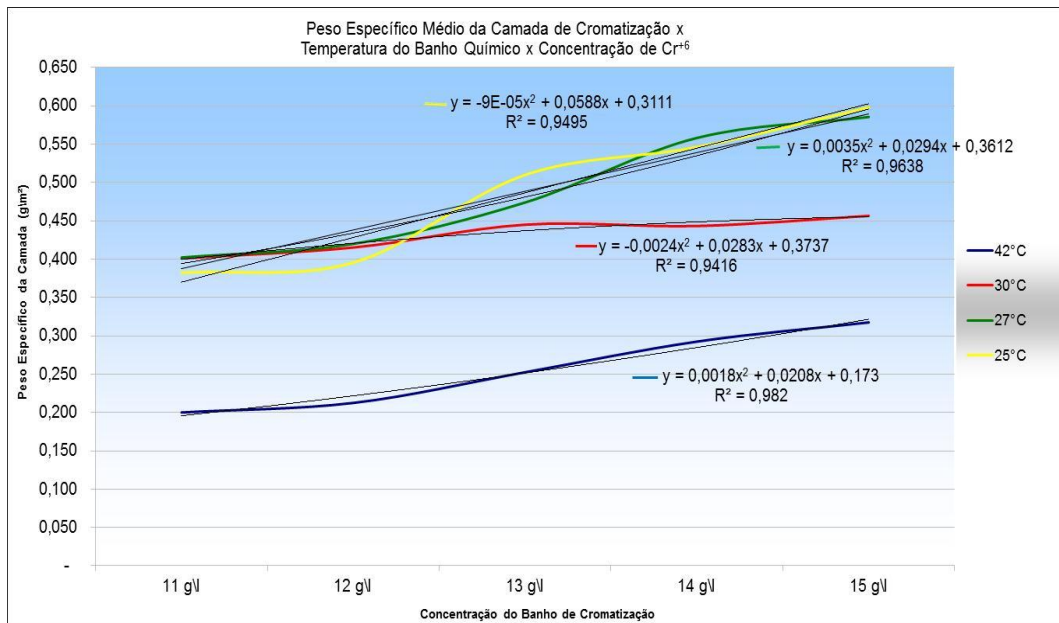


Figura 5: Apresentação das curvas de correlação matemáticas para as condições térmicas do processo de cromatização.

4. CONCLUSÕES

Com o modelo gráfico que estabelece a relação do peso da camada de cromatização formada em função das condições termoquímicas do processo de cromatização é possível determinar o resultado da camada de conversão apenas com as condições do processo de cromatização para velocidade de processo de pintura de 2 m/min ou 2 minutos de imersão, condição padrão do processo da planta de pintura da VM/CBA. O modelo gráfico se aplica como ferramenta de controle para a operação da planta onde a camada formada pode ser mensurada sem a necessidade de ensaios de laboratórios em amostras de perfis ou chapas de alumínio submetidas ao processo de cromatização.

Outra vantagem é para “start up” de processos de cromatização em plantas de pintura ou substituição parcial ou total do banho de cromatização, onde o processo pode ser implantado utilizando o modelo gráfico para objetivar uma determinada camada e preestabelecendo as melhores condições termoquímicas para o processo de cromatização. O modelo também pode ser utilizado para controles automáticos de dosagens do processo de cromatização, fornecendo instantaneamente através das correlações matemáticas os resultados de peso específico da camada cromatizada em função da temperatura e da concentração química, essa última obtida por correlação com a condutibilidade do banho.

A adequada formação da camada de cromatização garante e assegura a aderência e deposição adequada do poliéster, condição essa fundamental para o desempenho e durabilidade do produto pintado da VM/CBA. Atualmente o produto pintado da VM\CBA tem garantias de 12 anos quanto à durabilidade e qualidade do revestimento orgânico à base de poliéster.

5. BIBLIOGRAFIA

- 1) **Guia técnico de alumínio: tratamento de superfície**; vol. 3. – 2.^a Ed. – São Paulo: ABAL – Associação Brasileira do Alumínio, 2005.
- 2) **Moderni pretrattamenti per alluminio prima della verniciatura**; Italtelco Itália, 2010.
- 3) **Memorando Técnico - Pré tratamento de Cromatização do Alumínio e Suas Ligas** - Revisão 00; Italtelco - Brasil, 2010.

DEVELOPMENT OF GRAPHICAL MODEL THAT SHOWS THE INFLUENCE OF THE CHROMIUM PROCESS TEMPERATURE IN THICKNESS PRETREATMENT FILM IN THE PAINTING PROCESS (1)

(2) João Inácio Graciolli Guimarães
(3) Mauro Luiz Roberto de Camargo
(4) Rogério Alves de Paula
(5) Maurizio Ferrari
(6) Rogério dos Santos

ABSTRACT

To ensure the efficiency of the anchoring in organic coated using polyester on aluminum electrostatic painting process is necessary to carry out preliminary process of chemical treatment in the aluminum surface. This pretreatment has the function of ensuring the appropriate anchoring for polyester providing durability and performance of the painting process and consequently the painted product in its application. The chemical pretreatment process more widely used is the process with chromium. This paper presents the development of graphical model to relate the thickness of the chromium layer with pretreatment bath temperature.

Keywords: surface treatment; painting; chromium layer.

(1) V International Congress of Aluminum - Call for Papers - Surface treatment - 24, 25 e 26 April 2012 - Sao Paulo - Brazil.

**(2) Engineering consultant VM\CBA; (3) Chemical Supervisor VM\CBA;
(4) Process supervisor VM\CBA; (5) Sales and technical manager - Italtecnologia; (6) Manager Italtecnologia Brasil.**