



TRATAMENTO DE

# SUPERFÍCIE

ANO 11 - Nº 44

Abril/Maio/1990



■  
Eventos / 90  
Programa  
Cultural  
ABTS

■  
Matérias  
Técnicas  
Pintura  
Corrosão  
Circuito Impresso  
Eletrônica  
Eletrodeposição

■  
Marketing

■  
Novos Produtos

90



# SURFIN®

**Boston - EUA**

**9 a 12 de julho/90**

**Um time em que você  
pode apostar!**



Desde a fundação de nosso clube há 6 anos, somos uma das equipes de maior sucesso na primeira divisão da galvanotécnica do Brasil. Resultado de um time entrosado e da criatividade individual de cada jogador.

Com a tática correta, muita força ofensiva e um forte espírito de cooperação, entramos em campo a cada dia, para a alegria de nossos torcedores, com a melhor condição de jogo. Quando podemos contar com você como membro de nossa torcida?

BERLIMED LTDA.  
Divisão Galvanotécnica  
Fábrica e Escritório:  
Rua Maria Patrícia da Silva, 205  
Jardim Isabela  
06750 - Taboão da Serra - SP  
Fone: (011) 491-8777  
Telex: BPQF BR (011) 30462  
Telefax: 491-4649

Representante no Rio Grande do Sul: HOLBRAS COM. E REPRES. LTDA. - Fone: (0512) 25-6875



**BERLIMED**  
Galvanotécnica

**Revista  
Tratamento de  
Superfície**

Órgão de divulgação da  
ABTS – Associação Brasileira de  
Tratamentos de Superfície

**Abril/1990 – Maio/1990  
Volume 44  
Ano 11**

A ABTG – Associação Brasileira de Tecnologia Galvânica, foi fundada em 2 de agosto de 1968. Em razão de seu desenvolvimento, a Associação passou a abranger diferentes segmentos dentro do setor de acabamentos de superfície e alterou sua denominação, em março de 1985, para ABTS – Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície.

A ABTS tem como principal objetivo congregar todos aqueles que, no Brasil, se dedicam à pesquisa e à utilização de tratamentos de superfície, tratamentos térmicos de metais, galvanoplastia, pintura, circuitos impressos e atividades afins. A partir de sua fundação, a ABTS sempre contou com o apoio do SINDISUPER – Sindicato da Indústria de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfícies do Estado de São Paulo.



- 4 Editorial**  
**5 Eventos ABTS/90**  
**6 Notícias**  
**11 Pintura em pó sobre Superfície de Alumínio**  
*Gilmar de Oliveira Pinheiro*  
**16 Estudo do comportamento de materiais metálicos expostos nas atmosferas do Estado de São Paulo – parte II**  
*Zehbour Panossian Kajimoto/Francisco José Seixas e Neusvaldo Lira de Almeida*  
**26 Dois aspectos importantes na serigrafia**  
*- o meio ambiente*  
*- a técnica*  
*Gary Weidner*  
**31 Avaliação de camadas de ouro sobre níquel para conectores de telecomunicações**  
*Maria Rosa S. de Velárdez e José Rocha Andrade Silva*  
**39 Efeitos da corrente pulsada sobre as propriedades de cromo eletrodepositado**  
*Trevor Pearson e Keith Dennis*  
**49 Marketing**  
**52 Novos Produtos**

## Expediente



**ABTS**  
 Associação Brasileira de  
 Tratamentos de Superfície  
 Av. Paulista, 1.313 – 9º – Cj. 513  
 Fone: (011) 251.2744

**Presidente:**  
 Airi Zanini  
**Vice-Presidente:**  
 Rolf Herbert Ett  
**Diretor 1º Secretário:**  
 Alfredo Levy  
**Diretor 2º Secretário:**  
 Airton Moreira Sanches  
**Diretor Tesoureiro:**  
 Carlo Berti  
**Diretor Cultural:**  
 Roberto Motta de Sillos

**Conselheiros:**  
 Carlos Alberto Amaral,  
 Gilmar de Oliveira Pinheiro,  
 Jesualdo Mendes Bailão Junior,  
 José Carlos Cury,  
 Maria Luiza Carollo Blanco,  
 Orlando Corraini Filho,  
 Rodnei Bertazzoli,  
 Wady Millen Junior e  
 Volkmar Ett.

**Conselheiro Honorário:**  
 Mozes Manfredo Kostmann

**Secretária:**  
 Marilena Kallagian  
**Presidente do Sindisuper:**  
 Roberto Della Manna

**Delegados:**  
 Ronaldo Braga  
 Manaus  
 Fone: (092) 237.3311  
 Ramon Gonçalves da Silva  
 Minas Gerais  
 Fone: (031) 333.0455  
 Benedito Afonso Ferreira  
 Paraná  
 Fone: (041) 283.1156

Laio Martins G. Pereira  
 Rio de Janeiro  
 Fone: (021) 351.9493  
 Reinaldo Dias V. Cavalcanti  
 Rio de Janeiro  
 Fone: (021) 270.5088  
 Luiz Alberto Bertotto  
 Rio Grande do Sul  
 Fone: (054) 221.6835

**Produção:**  
 AGENTEC  
**Diretora Editorial:**  
 Regina Botero  
**Diretores:**  
 Reinaldo Botero  
 Gil Cavalcanti  
**Editora Executiva:**  
 Arlete Caetano  
**Direção de Arte:**  
 Elio M. Sant'Ana  
**Gerência Comercial**  
 Elizabeth de Oliveira

**Publicidade:**  
 Ana Maria Ferreira  
**Revisão:**  
 Anamaria Bella  
**Secretárias:**  
 M. Carmelita A. R. de Moraes  
 Rose Teodoro  
 Adriana Freitas  
**Fotocomposição:**  
 By Letter Artes Graficas  
**Fotografia:**  
 Gilberto Antunes  
 Rubens – Herbert – Cristovan

**AGENTEC**

Agência Técnica de Comunicação  
 Rua Crasso, 160  
 CEP 05043 – Lapa – São Paulo  
 Tel.: (011) 864.9262



**“Nas crises, emergem as forças do intelecto.”**

Há quase dois meses do início do Plano Collor, a sociedade brasileira está resgatando a prática do debate e da reflexão, fundamental para que se elimine de uma vez por todas o casuismo e se resgate o exercício pleno de cidadania.

Discutir, avaliar, propor e negociar surgem como ingredientes básicos para a construção de uma nova sociedade.

E é com este espírito que conclamamos nossa Classe Social para uma retomada participativa e otimista, enviando trabalhos, participando de debates e tornando públicas as suas idéias.

Nesta edição, temos algumas amostras deste espírito, com trabalhos apresentados nas Áreas de: Pintura, Corrosão, Circuito Impresso, Eletrodeposição e Eletrônica.

Contamos com a participação de todos!

**Orlando Corraini Filho**  
*Diretor Conselheiro da ABTS*

# Eventos ABTS/90

Local	Mês	Data	Temário	Empresa Rés.
S. Paulo	Março	05 - 26	37: Curso Básico de Galvanoplastia	ABTS
		22	Palestra sobre Cabines de Pintura	Enco Zolcsák
S. Paulo	Abril	24	Palestra sobre Controle de Resíduos Sólidos	Rohco
S. Paulo	Maio	29	Palestra sobre Circuitos Impressos	Sigmatel
S. Paulo	Junho	26	Palestra sobre Galvanoplastia	Cascadura
S. Paulo	Julho	09 - 26	38: Curso Básico de Galvanoplastia	ABTS
		31	Palestra sobre Pintura em pó	Supertintas
S. Paulo	Agosto	06 - 13	7: Seminário sobre Pintura Técnica	Grupo Empresas do ramo/ABTS
		20 - 24	9: Seminário sobre Tratamento de Efluentes	Efluentes Consultoria
		28	Palestra de Galvanoplastia sobre Deposição de Metais Preciosos	Degussa
Curitiba		06 - 24	39: Curso Básico de Galvanoplastia	ABTS/Senai
S. Paulo	Setembro	17 - 21	1: Seminário de Pintura sobre Plásticos	Grupo Empresas do ramo/ABTS
		25	Palestra sobre Pintura	Dürr
Joinville		10 - 14	10: Seminário sobre Tratamento de Efluentes	Efluentes Consultoria
Manaus		03 - 21	40: Curso Básico de Galvanoplastia	ABTS
S. Paulo	Outubro	23	Palestra sobre Galvanoplastia	Tecnorevest
		29 - 31	8: Seminário sobre Custos	ABTS
S. Paulo	Novembro	05 - 26	41: Curso Básico de Galvanoplastia	ABTS
		27	Palestra sobre Galvanoplastia	Em aberto

*Esta programação está sujeita a alterações. Informações complementares poderão ser obtidas através do telefone: 251-2744 com Sra. Luciana.*

## Palestra: "Tecnologia de Cabines de Pintura"



Giampiero Giorgetti, Jesualdo M. Bailão e Claudio Rubens Pineda

No dia 22 de março, foi realizada no Salão Nobre da Fiesp a palestra "Tecnologia de Cabines de Pintura", pelos engenheiros Giampiero Giorgetti - Diretor Técnico, Cláudio Rubens Pineda - Consultor Técnico e Jesualdo Mendes Bailão Jr. - Gerente da Divisão, todos da Enco-Zolcsák Equipamentos Industriais Ltda.

Os tópicos abordados foram: materiais utilizados em pintura e acabamento e principais métodos de aplicação; cabines de pintura e casas de ar; tratamento da borra de tinta; e conceito de filtragem e tratamento de ar. O evento foi encerrado com perguntas dos convidados que lotaram o auditório, e antes da palestra compareceram ao coquetel patrocinado pela Enco-Zolcsák, ABTS e Sindisuper.

## Palestra: "Lama do Tratamento de Efluentes da Galvanoplastia"

Cerca de 160 convidados lotaram o Salão Promocional da Fiesp no coquetel oferecido pela Rohco Indústria Química Ltda., ABTS e Sindisuper por ocasião da palestra realizada no dia 24 de abril sobre: "Lama do Tratamento de Efluentes da Galvanoplastia" o que fazer? Como proceder? Destino? coordenada pelo Gerente Industrial, Ludwig Rudolf Spier e proferida por Rudolf Maier - Supervisor da Assistência Técnica e Roberto Motta de Sillos - Representante de Vendas, todos da Rohco.

A apresentação do tema foi colocada da seguinte forma:

- Introdução
- Cuidados no projeto de instalações galvânicas afim de minimizar detritos: técnicas de economia de água; caracterização dos efluentes; e redução da geração de detritos.



Roberto Motta de Sillos, Ludwig Rudolf Spier e Rudolf Maier

- Legislação sobre a disposição final de detritos: normas (análises) para classificação dos detritos; elaboração dos "CADRIS"; e classificação dos resíduos industriais.

Este evento foi patrocinado pela ABTS, Fiesp/Ciesp e Sindisuper em ação conjunta afim de fornecer informações sobre as diversas ramificações do setor de Tratamentos de Superfície.

## Notícias

## "Sur/Fin'90" – Boston

Faça seus planos para estar presente no Sur/Fin'90, o único evento internacional de acabamento de superfície, além de ser o mais avançado. Sendo assim, nenhum profissional ligado à área de acabamento de superfície (administração, produção, engenharia, projeto ou compras), pode perdê-lo. Este Encontro é um dos 18 shows industriais selecionados pelo Departamento de Comércio dos EUA para fazer parte do "Programa de Compradores Estrangeiros", em 1990.

Chegando no Sur/Fin, antes de tudo você irá para o Centro Internacional de Negócios, onde funcionários especializados, tradutores em diversos idiomas poderão assisti-lo. Este Centro funcionará como central de informações e inscrições, além de ponto de encontro entre expositores.

Patrocinado pela AESF (American Electroplaters and Surface Finishers Society), que também organiza a Exposição, o Sur/Fin sustenta-se no prestígio destes anfitriões que há 76 anos são responsáveis por eventos de sucesso. A AESF é reconhecida como autoridade internacional em técnica e organização educacional.

Visitantes de todo o mundo têm vindo às conferências e exposições do Sur/Fin. Para este ano, são esperados mais de nove mil congressistas, em Boston.

O Sur/Fin'90 será no Hynes Convention Center, local com mais de nove mil metros quadrados de espaço à disposição de companhias para exibirem os seus produtos e para fornecedores da indústria de acabamento de superfície. O Evento pode ser considerado uma complementação do programa técnico, dando oportunidade para informações completas – com técnicos ajudando-o a encontrar soluções para seus problemas –, firmando-se como um mercado fértil para cada segmento desta indústria.

Este ano, cerca de 250 empresas apresentarão grande variedade de produtos, equipamentos e processos que constituem o mundo de acabamento de superfície. A Exposição se inicia terça-feira, 10 de julho, às 9 e vai até às 17 horas, no dia seguinte, quarta-feira, no mesmo horário e dia 12, terceiro e último dia, até às 13 horas. A admissão custa 10 dólares ou 5 com apresentação de cupom de desconto fornecido pelo

Consulado ou Embaixada Norte-Americana.

O Sur/Fin terá o maior Programa Técnico de toda a sua história. Serão apresentados 120 trabalhos técnicos de alta tecnologia, com seminários e sessões abrangendo as diversas áreas de acabamento de superfície.

O Programa Técnico de 9 a 12 de julho, inclui seminários dos seguintes tópicos: Acabamento Eletrônico; Controle de Métodos Analíticos; Aplicações Computadorizadas; Práticas em Acabamento de Superfície; Processos de Fase em Vapor; Aplicação Decorativa de Metais Preciosos; Acabamento de Metais Leves; Cobertura de Electro Composto; Processos de Deposição Química; Controle Ambiental; Aplicação Geral de Eletrônica; Cobertura Orgânica; Aplicação de Bordas de Arame de Impressão; e Pesquisa.

Outras Informações: AESF, 12644 Research Parkway, Orlando, FL 32826-3298 USA Telephone: (407) 281-6441 FAX: (407) 281-6446

## Brasimet incentiva estudantes de metalurgia

A Brasimet, empresa que atua nas áreas de prestação de serviços de tratamentos térmicos, fabricação de equipamentos e produção de sais para tratamentos térmicos e termoquímicos, promoveu no dia 10 de maio, em conjunto com a Escola Técnica Tupy, em Joinville (SC) – o Iº Simpósio de Tratamentos Térmicos – onde foi entregue um prêmio de 200 dólares aos alunos que desenvolveram trabalho sobre o tema.

O Simpósio e o prêmio fazem parte de um convênio firmado entre a Brasimet e a Escola Técnica Tupy visando ao estímulo do aprendizado das técnicas de tratamentos térmicos por alunos do segundo grau e, conseqüentemente,

à melhoria da formação de mão-de-obra especializada na área.

Os alunos que receberam o prêmio de incentivo foram: Dácio do Nascimento e Orlando Preti com o trabalho "Avaliação das propriedades mecânicas em aço 1045 com variação da temperatura de Austenitização e Revenido".

Durante o Simpósio também foram apresentadas duas palestras sobre os temas: "Têmpera Superficial por Indução em Aço Carbono" e "Tratamentos Térmicos e Termoquímicos em Banhos de Sais".

O diretor-comercial da Empresa, Ronald Rothe, afirmou que o incentivo à pesquisa e à formação de técnicos especializados nas áreas de metalurgia é uma das formas da Brasimet se envolver com a comunidade, observando ainda que – mesmo em um momento crítico economicamente para o País e as empresas em geral – o investimento no ser humano é "fator primordial, de visão

de futuro". A Brasimet está firmando outros convênios para a instituição de prêmios e promoção de simpósios para estudantes.



**EKASIT QUÍMICA LTDA.**

Massas e discos para  
polir, fosquear e lapidar  
Produtos químicos

Rua João Alfredo, 480  
Tel.: (011) 523-0022 e 246-7144  
04747 – São Paulo

### “Saneamento”: Associação elege nova diretoria

Carlos Alberto Rosito, Diretor Industrial da Cia. Metalúrgica Barbara, é o novo Presidente da Associação Brasileira de Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento (asfamas). Entidade com sede no Rio de Janeiro, que reúne 44 dos maiores fabricantes nacionais de tubos e conexões, válvulas, hidrômetros, máquinas e equipamentos para saneamento.

Eleito para o biênio 1990/92, sua gestão visará prioritariamente promover maior integração das indústrias associadas com as concessionárias de serviços públicos de água e esgoto e empresas de engenharia especializadas no setor, objetivando a re-institucionalização do saneamento brasileiro e inclusive a elaboração de um novo plano nacional de saneamento.

A posse da nova diretoria aconteceu no dia 16 deste mês, no Centro Empresarial do Rio de Janeiro.

### “Printed Circuit World Convention”

Em sua quinta edição, a “Printed Circuit World Convention” será realizada entre os dias 12 e 15 de junho, na cidade de Glasgow – Escócia, um dos principais centros de produção de circuitos impressos do Reino Unido.

A primeira Convenção aconteceu no Café Royal, Londres, em 1978, seguida pela de Munique (R. F. Alemanha), 1981, Washington D. C. (EUA), 1984 e Tóquio (Japão), em 1987.

Dos 197 trabalhos técnicos examinados pelo Comitê Técnico Internacional, representante do co-patrocinador – o Institute of Metal Finishing, 87 foram escolhidos para formar o Programa Técnico que será a principal atividade dos delegados na Convenção.

A expectativa dos organizadores é de que a exposição destes trabalhos gere ricas fontes de debate a nível internacional no decurso das Sessões Téc-

nicas e posteriormente durante as reuniões sociais.

Quem pertence ou pretende chegar aos líderes deste ramo de desenvolvimento muito rápido, não pode perder este evento.

Na sede da ABTS encontra-se um programa completo desta Convenção. E para obter dados adicionais, basta entrar em contato com os nossos colegas ingleses do Institute of Metal Finishing que terão o máximo prazer em fornecê-los.

Exeter House, 48 Holloway Head  
Birmingham, B1 1NQ,  
England

Tel. (021) 666.7190

Fax (021) 666.6316

### 12º Interpack

A Interpack 90 – Feira Internacional de Máquinas e Equipamentos para Embalagens – se realizará pela 12ª vez de 7 a 13 de junho, em Düsseldorf.

Desde janeiro de 1989, a Interpack 90 já está totalmente reservada. E isto ocorreu apesar da oferta de áreas ter sido novamente ampliada em relação à Interpack 87, com a reforma de alguns pavilhões, de forma que os expositores possam dispor de uma área líquida de aproximadamente 126.000 m<sup>2</sup> neste ano, para a apresentação de suas novidades.

Na Interpack 90 estarão representados aproximadamente 2.000 expositores. Participarão por sua vez, mais de 50% de expositores estrangeiros; desta vez eles virão de 35 países. A América do Sul estará representada por expositores da Argentina e Brasil.

Um motivo essencial para o crescimento da Interpack como a maior feira especializada mundial, foi e é a existência da fabricação especial e eficiente de máquinas para embalagem na República Federal da Alemanha. Ela está ligada com os Estados Unidos, Japão e Itália em relação aos países fornecedores deste setor de fabricação de máquinas.

Os mais importantes grupos de visitantes são provenientes tradicionalmente dos setores da indústria alimentícia e de guloseimas, indústrias de bebidas, química, farmacêutica, cosmé-

tica, indústrias de bens técnicos e de consumo.

Para as indústrias de máquinas de embalagens alemãs altamente orientadas para a exportação, a Interpack é a mais importante plataforma para apresentação de seus novos e contínuos progressos. Estes certamente serão ajustados aos negócios da Interpack. O turno de três anos da Interpack expressa o ciclo de inovação da respectiva indústria. Isto é válido não somente para as indústrias alemãs, mas também para os expositores de todos os países.

### Nova Diretoria Comercial nas Tintas Wanda e Ypiranga

Para fortalecer os seus negócios de tintas no Brasil, a Akzo – Divisão Tintas, empresa de origem holandesa, acaba de criar uma nova Diretoria Comercial, específica para produtos da linha imobiliária das marcas Wanda e Ypiranga. A outra Diretoria Comercial se ocupará dos produtos das linhas industrial, repintura automotiva e automobilística.

Para ocupar a Diretoria Comercial para linha imobiliária, a Akzo – Divisão Tintas contratou Francisco Zoltan Rácz, 39 anos, engenheiro químico com larga experiência nas áreas de marketing, vendas e direção de negócios em empresas de grande porte, como Du Pont e Van Leer. Francisco Rácz, em seu novo cargo comandará as políticas de marketing da linha imobiliária e sua meta é manter os investimentos na qualidade dos produtos das duas marcas para, cada vez mais, atender as exigências e necessidades de seus consumidores e revendedores.

Segundo Dilson Ferreira, Diretor-Superintendente da empresa, a nova estrutura comercial da Akzo – Divisão Tintas “vai imprimir maior competitividade aos produtos Wanda e Ypiranga, maior dedicação aos nossos clientes e consumidores, além de podermos crescer acima dos 5% ao ano, como tem ocorrido nos últimos períodos”.



# UNIBETHA

## TÉCNICA E PRECISÃO

- Unicromo
- Desengraxante Químico de Imersão
- Desengraxante Eletrolítico para Ferro e Aço
- Sulfato de Zinco – Purificado
- Uniblack Zinco Preto
- Cromo Auto Regulável
- Betha 87
- Dibetha Eletro II
- Sulfato de Níquel – Solução
- Cloreto de Níquel – Solução
- Cromatizante Azul B 33



**UNIBETHA Química LTDA.**

Rua Alba, 1741 - VI. Santa Catarina - SP - CEP 04369  
Tel.: 563-4935 Telex 11 53893 HAQU

**Para as Superfícies**

**Perfeitas**

- Linhas automáticas de galvanoplastia para todos os processos e tratamentos em ganchos, tambores rotativos, cestos;
- Linhas automáticas para o tratamento de circuitos impressos;
- Comandos eletrônicos para linhas automáticas por micro controlador lógico programável (CLP) inclusive controle de processo e administração da produção através de microprocessador;
- Sistemas de exaustão e lavadores de gases;
- Linhas para tratamento de efluentes provenientes da galvanoplastia;
- Componentes de linhas; Tanques em plástico, aço carbono e aço inoxidável, Tambores, Tambores rotativos, Bombas, Filtros, Aquecedores elétricos de imersão, Trocadores de calor;
- Fabricação, montagem e início em funcionamento de nosso fornecimento;
- Assistência técnica e peças após vendas.

**MANUFATURA GALVÂNICA  
TETRA LTDA.**

Av. Amâncio Gaiolli, 235 (altura do Km 213 da Via Dutra) - Bonsucesso - Guarulhos - SP - CEP 07210 - Fone: (011) 912-0555 - Telex: (011) 66147 - Telefax: (011) 912-6090.



LINHA AUTOMÁTICA NA FREIOS VARGA S.A.



TECNOLOGIA  
Alemã  
+  
Qualidade  
+  
Segurança

90  
ANOS  
DE  
GALVANOPLASTIA

# Pintura em pó sobre superfície de alumínio

Gilmar de Oliveira Pinheiro

## I. Sumário

Notadamente nos últimos vinte anos, vem se observando um crescimento altamente significativo no uso de tintas em pó para a pintura de superfícies de alumínio em geral, com grande ênfase para artefatos de alumínio de uso na construção civil, principalmente na forma de perfis extrudados. Isso deve-se ao fato de ser o setor da construção civil um grande consumidor de alumínio com acabamento superficial de fins decorativos. Por essa razão, nosso trabalho fundamenta-se, principalmente, nos casos de uso arquitetônico do alumínio, situações essas que, por analogia, podem ser perfeitamente adequadas a outros usos do alumínio, com algumas particularidades.

Qualquer tinta em pó disponível em nosso mercado é aplicável a superfícies de alumínio extrudado ou laminado, com excelentes características de adesão e proteção, porém a mais utilizada é a tinta em pó a base de resina poliéster termofixa, já que é uma tinta especialmente indicada para uso exterior que, conforme mencionamos acima, é o principal mercado de alumínio pintado nos dias de hoje, ou seja, o alumínio geralmente pintado na forma de perfis deve ter as características visuais desejadas pelos arquitetos construtores e mantê-las por um período de tempo que signifique um retorno econômico atrativo para seu investimento nessa opção, além do que a qualidade técnica do perfil pintado deve sobrepor-se às dificuldades técnicas e operacionais inerentes à instalação e uso desses produtos.

O uso de tintas em pó a base de resinas poliéster para o acabamento

sobre perfis de alumínio foi comercialmente introduzido no início dos anos 70, sendo, portanto, um produto de tecnologia bastante recente e, desde essa época, vem experimentando um grande crescimento, em níveis bastante superiores a outras tecnologias existentes ou mesmo àquelas introduzidas nesse período. Inicialmente o processo de pintura em pó para alumínio destinado à construção civil surgiu no continente europeu, porém, rapidamente, alastrou-se para vários outros países, tendo o Brasil, hoje, uma posição de destaque no uso desse processo, onde algumas das mais conceituadas empresas produtoras de perfis ou de acabamento estão investindo na substituição de processos convencionais, como a anodização ou pintura líquida, pelo sistema de pintura eletrostática a pó. O objetivo deste nosso trabalho é demonstrar as razões técnicas e econômicas que levaram o mercado a optar por essa nova tecnologia de acabamento superficial.

## II. Introdução

O rápido desenvolvimento da sociedade humana nos últimos 50 anos teve um desfecho não muito favorável ao meio ambiente existente, chegando inclusive, em muitos casos, a comprometer as condições de vida de uma comunidade e o equilíbrio ecológico. Atentos a essa escalada de depredação dos recursos naturais, com conseqüência direta nos padrões de bem-estar, passou-se a estudar uma série de opções em termos de acabamento superficial que não provocassem qualquer agressão ao meio am-

biente. Chegou-se, então, às tintas em pó, cujas características enquadram-se plenamente na filosofia preservacionista.

As tintas em pó, utilizadas sobre superfície de alumínio, com destaque para os perfilados, são do tipo termofixas e são formuladas a partir de resina poliéster (no caso de uso externo) ou híbrida (para uso interno em geral) e formam filmes com excelentes características mecânicas e de resistência química. Por se tratar de termofixos, após o processo de cura atingem um estado irreversível, ao contrário dos termoplásticos.

As tintas em pó são aplicadas aos perfis de alumínio pelo sistema de aplicação eletrostática, seguindo-se o processo de cura ou polimerização, onde se coloca o produto pintado numa estufa por determinado tempo e a certa temperatura, após os quais temos o produto já pronto para uso.

Quimicamente, as tintas em pó para uso interior são a base de resina híbrida, poliéster e epóxi, geralmente na proporção de 70 e 30%. Aquelas tintas utilizadas em ambiente exterior são a base de um poliéster carboxifuncional mais um agente de cura - tri-gliceril di-isocianato (TGIC), que tem demonstrado ser uma combinação bastante eficaz para uso em ambiente externo. A escolha criteriosa dos pigmentos e de outros componentes, tais como agentes de alastramento e controladores de cura, também é essencial para que se obtenha um revestimento com as características necessárias de resistência ao meio ambiente e com o grau de brilho desejado, que pode variar desde o muito fosco até o muito brilhante.

Procedendo a aplicação das tintas em pó, é fundamental que exista

um processo de pré-tratamento eficaz que garanta uma superfície adequada para a aplicação de tinta e que esta possa aderir com perfeição, não deslocando ao longo do tempo. O processo de pré-tratamento mais comum é a cromatização da superfície do alumínio, que não discutiremos ao longo do nosso trabalho.

Com relação ao pré-tratamento, gostaríamos apenas de reiterar e enfatizar seu papel fundamental para um elevado desempenho do produto final já pintado.

### III. Mercado

Como já vimos, a introdução das tintas em pó para o acabamento de alumínio de uso na indústria da construção civil é relativamente recente e ocorreu no início dos anos 70. Desde essa época até os dias de hoje, sua participação nesse segmento de mercado tem aumentado rápida e constantemente, com um crescimento médio de 10 a 20% ao ano, tanto na Europa, quanto no Brasil, o que nos mostra claramente que as tintas em pó estão gradativamente substituindo outros processos utilizados para o acabamento superficial do alumínio, principalmente a pintura líquida e a anodização.

O quadro a seguir mostra a evolução ao longo do tempo do uso das tintas em pó em comparação com a anodização e a pintura líquida. Em termos de percentuais de participação de mercado, como podemos ver, no ano de 1986 praticamente metade de todo o alumínio consumido pela indústria da construção civil inglesa foi pintado com tintas em pó.

A expectativa é que, em nível global, esse mercado mantenha, para os próximos anos, a mesma taxa de crescimento, com destaque para o mercado norte-americano que, até 1992, deverá dobrar o consumo atual.

Para melhor entendermos o que significa um crescimento de 10 a 20% de mercado em países europeus ou nos EUA, basta compararmos esse número com o crescimento médio do PIB nesses mesmos países, que tem sido da ordem de 2 a 3% ao ano, o que nos leva a concluir imediatamente que a tecnologia de uso das tintas em pó vem rápido substituindo outras opções de acabamento sobre alumínio.

### IV. Vantagens da pintura em pó

Os usuários de tintas em pó, nos dias de hoje, estão se beneficiando das muitas vantagens que esse processo lhes traz, vantagens estas que foram classificadas resumidamente em quatro itens básicos e chamados de "OS QUATRO E's".

**Excelência no acabamento:** as tintas em pó produzem acabamento uniforme, durável e na cor desejada, em apenas uma operação de aplicação, dispensando o uso de primers. Além de boa resistência à corrosão, química e abrasão, possuem ótima resistência mecânica e aderem com perfeição ao substrato. Devido ao pó ser aplicado na forma de um spray sobre o substrato e ser totalmente sólido, não ocorrem fenômenos de escorrimento ou formação de bolhas após ele ter sido submetido ao efeito da temperatura para polimerização.

**Ecologia:** as tintas em pó não causam qualquer agressão ao meio ambiente, o que é comum ao sistema de pintura líquida ou à anodização. As tintas em pó não contêm solventes e a emissão de componentes voláteis orgânicos na atmosfera, se ocorrer, é praticamente desprezível. Devido ao sistema de recuperação de pó, que não é depositado sobre o substrato, também não temos a geração de resíduos sólidos no meio ambiente, o que elimina a necessidade de se construir ambientes que garantam a clausura do material articulado, principalmente com a finalidade de prevenção de incêndios.

**Energia:** devido à não-presença de vapores de solventes, não é necessária uma zona de pré-evaporação de solventes e nem recirculação de ar na estufa de secagem, fatores estes que permitem uma economia substancial nos custos com energia.

**Economia:** as vantagens relativas ao item ecologia, por si só, já se constituem em grande vantagem econômica para o processo de pintura a pó. No entanto, muitas outras vantagens operacionais contribuem diretamente para tornar o processo uma opção altamente viável, como, por exemplo, o pó é praticamente todo utilizado devido ao sistema de recuperação da cabine de aplicação. Os custos de mão-de-obra são em torno de 30% mais baixos que os de uma instalação que utiliza tintas a base de solventes; isso devido à maior automação e à simplicidade das linhas de pintura em pó. Em adicional, as linhas de pintura em pó operam com velocidade maior em razão de não necessitarem de tempo para pré-secagem ou flash-off. Devido à não-existência de resíduos, os custos com limpeza dos ambientes são muito menores e inexistem para os casos de tratamento de resíduos.

#### IV. 1) Fatores a serem considerados

Antes de compararmos a performance das tintas em pó com outros acabamentos, gostaríamos de ressaltar os principais fatores que devem ser levados em consideração nessa análise.

Acabamento sobre alumínio (Inglaterra)						
	1979	1981	1983	1984	1985	1986
Anodização	80,6	60,5	36,1	35,7	25,8	22,5
Pintura líquida			37,9	35,4	37,8	28,7
Pintura em pó	19,4	39,5	26,0	28,9	36,4	48,8
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

## Pintura

**a) Especificação inicial:** trata-se da especificação da tinta em si com relação à camada a ser aplicada, cor, aparência, acabamento e nível de brilho.

**b) Resistência mecânica:** a performance mecânica do revestimento deve ser medida em termos de dureza, resistência à abrasão, a riscos e ao impacto, que são propriedades fundamentais, não apenas durante a fabricação do perfilado, mas também durante a instalação e serviços subsequentes.

**c) Praticidade:** a praticidade do acabamento é medida em termos de dificuldade/facilidade em se manter uniforme a qualidade do produto pintado, bem como o nível de habilidade e experiência necessárias aos tra-

balhadores envolvidos e na complexidade dos sistemas de controle de qualidade existentes.

**d) Custo de aplicação:** refere-se ao custo total em termos de custo por metro quadrado. Leva em consideração toda a matéria-prima consumida, bem como perdas e rejeições, tanto de tintas quanto de alumínio.

**e) Resistência ao intemperismo:** é medida em termos de degradação da tinta quando exposta ao meio ambiente. Leva-se em consideração a perda de brilho, mudança da cor, calcinação, corrosão do substrato, etc...

### IV. 2) Vantagens técnicas

Entendemos que a melhor maneira de se apresentar vantagens técnicas do processo de pintura a pó, seria

colocando-o em paridade com outros sistemas utilizados no acabamento superficial do alumínio. Para tal, apresentamos a seguir o quadro ilustrativo que, de forma prática e não enfadonha, demonstra a franca superioridade do processo de pintura eletrostática a pó para superfícies de alumínio destinadas à indústria da construção civil.

No quadro a seguir, atribuímos valores que correspondem ao desempenho observado em cada caso analisado. O espectro de variação é de 1 a 5, correspondendo às seguintes performances:

- 5 excelente
- 4 muito bom
- 3 bom
- 2 satisfatório
- 1 ruim

Acabamento para alumínio arquitetônico					
	Anodização	Acrilica eletroforética	Acrilica spray	Tintas em pó poliéster	PVDF spray
Espessura de camadas ( $\mu\text{m}$ )	12 - 25	25 - 40	25 - 35	60 - 80	25 - 35
Cores disponíveis no mercado	1	1	5	5	4
Brilho	1	1	4	4	1
Uniformidade da película	4	5	3,5	3,5	3,5
Dureza	5	3	2,5	5	3
Resistência ao intemperismo	5	3	4	4	5
Segurança e saúde	4	4	1	5	1
Custo	5	5	3	5	1
<b>TOTAIS</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>31,5</b>	<b>18,5</b>

## IV. 3) Vantagens econômicas

Para melhor ilustrar as vantagens econômicas desse processo, utilizaremos o quadro a seguir, que compara o processo de pintura a pó com os demais utilizados com maior frequência:

## V. 1) Anodização

Nesse processo o alumínio é oxidado anodicamente para se obter uma camada uniforme e controlada de óxido de alumínio em sua superfície. Antes da anodização a superfície do alumínio deve estar completamente

porém sua dureza e resistência ao intemperismo são muito boas.

As principais desvantagens desse processo são: a limitação de cores (sempre foscas) e, principalmente, ser altamente poluente, exigindo uma unidade de tratamento de efluentes que, em geral, é de alto custo.

## V. 2) Difluoreto de Polivinilideno (PVDF)

Trata-se de uma tinta líquida, com aplicação por spray convencional ou eletrostático. Conforme vimos anteriormente, possui boas propriedades de resistência ao intemperismo e disponibilidade de cores. No entanto, é produto altamente tóxico em seu manuseio e de altíssimo custo, com o inconveniente adicional de não dispensar a aplicação obrigatória de uma camada de primer. No Brasil, esse produto não é comercializado.

Apenas pelas razões já expostas, o PVDF já se encontra em grande desvantagem com relação ao poliéster em pó.

## V. 3) Acrílico eletroforético

Trata-se de processo de pintura por imersão catódica, de alta eficiência de processo, porém com limitação de cores e alto custo de implantação. É mais adequado para grandes produções de peças seriadas como eletrodomésticos, por exemplo, sendo antieconômico na pintura de perfisados. Além das limitações de processo e de cores, geralmente só obtêm-se acabamentos foscos, mais adequados como fundo e não como acabamento.

## V. 4) Tintas líquidas em geral

Normalmente são aplicadas pelo sistema spray convencional ou eletrostático e são as concorrentes mais próximas do processo de pintura a pó. Na maior parte dos casos são acrílicas ou poliéster siliconadas para atenderem as exigências de resistência ao intemperismo. A durabilidade dessa pintura pode ser aumentada se utilizarmos mais estágios de pré-tratamento e aplicação de primer, o que, conseqüentemente, irá aumentar os custos do acabamento e torná-lo mais dispendioso que o processo de pintura eletrostática a pó.

Comparação de custo

	Brilho %	Custo final total: $\mu\text{m}/\text{m}^2$ (*)		
		Branco	Bronze/marrom	Cores
Poliéster em pó	50 - 90	1	1,5	1,1 - 1,5
Acrilica eletroforética	50 - 90	0,9 - 1,1	1,6 - 2,0	N/A
PVDF: 2 camadas	máx. 40	2,5 - 3,5	5,0 - 10,0	5,0 - 10,0
3 camadas		4,0 - 5,0		
Anodização natural		1,0 - 1,5	N/A	N/A
bronze		N/A	3,0 - 6,0	N/A
colorida		N/A	N/A	5,0 - 10,0

## V. Comparação com outros sistemas de pintura sobre alumínio

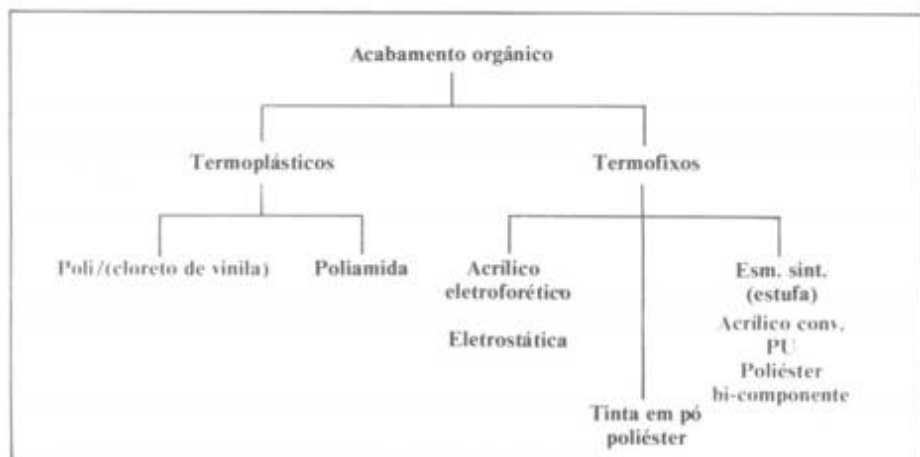
Com o objetivo de dar maior abrangência a nosso trabalho, a seguir iremos discorrer, rapidamente, sobre outros processos utilizados na pintura sobre o alumínio e anodização.

Além da anodização, os acabamentos orgânicos são bastante comuns e, para facilidade de visualização, serão dispostos no quadro a seguir:

livre de irregularidades e materiais estranhos.

Os processos comerciais de anodização utilizam como eletrólito os ácidos sulfúrico, crômico ou oxálico, sendo que o mais comum é o sulfúrico, devido a seu custo.

Resumidamente, o que ocorre num banho eletrolítico de anodização é que o alumínio atua como anodo e, quando é aplicada a corrente elétrica, libera-se oxigênio que, então, oxida o alumínio. As camadas obtidas são muito baixas (max. 25  $\mu\text{m}$ ),



Pintura

VI. Conclusão

Baseados no contínuo aumento de participação no mercado das tintas em pó a base de resina poliéster e dos novos desenvolvimentos que estão sendo feitos no sentido de torná-las ainda mais tecnicamente vantajosas e economicamente mais atrativas, temos certeza de que em curto período de tempo teremos no mercado brasileiro um panorama semelhante ao que hoje vemos na Europa.

Bibliografia

- 1) Powder Coating Institute, *Powder Coatings*, Washington, DC
- 2) G. Bocchi, *Products Finishing*, 66 (April 6, 1987)
- 3) Derek S. Norwood, *Products Finishing*, (May, 1987)
- 4) Erwin Bodnar, *Pigment and Resin Technology*

O autor



Gilmar de Oliveira Pinheiro é formado em Engenharia Química pela Escola Superior de Química Oswaldo Cruz e Química de Polímeros pelo Instituto de Macromoléculas - UERJ. Nos últimos oito anos, atuou no departamento de Desenvolvimento e Marketing da Divisão de Tintas em Pó na Tintas Internacional S/A - Supertintas, sendo que nos dois últimos anos como gerente desse departamento.

FABRICANTE, IMPORTADOR, DISTRIBUIDOR E REVENDEDOR DE PRODS. E PROCESSOS P/ GALVANOPLASTIA

ÁCIDO CRÔMICO (BAYER)  
CIANETOS • SULFATOS  
CLORETOS • ÓXIDOS • SODA  
CÁUSTICA • ÁCIDO BÓRICO  
BARRILHA LEVE E SACARINA  
PERCLOROETILENO

ANODOS

CÁDMIO, COBRE, CHUMBO-  
ANTIMONIOSO OU  
ESTANHOSO, LATÃO, NÍQUEL,  
ZINCO, ZAMAC



**GALVANOTEC**  
IND. E COM. LTDA.

FONE: PABX 291.8611

Rua Padre Adelino, 49 - Cx. P. 8800 - CEP 03303  
S. Paulo - SP - Teleg.: "GALVANO"  
Telex: 1163202 - ELQB-BR - Fax (011) 292.7229

**SAIS E PRODUTOS PARA TRATAMENTO TÉRMICO HEF**

A HEF do BRASIL fabrica e comercializa a mais completa linha de SAIS para TRATAMENTO TÉRMICO e de SUPERFÍCIE de metais.

- Sais neutros para aquecimento em operação de têmpera, normalização e recozimento.
- Refinadores para banhos neutros.
- Cementação.
- Tratamento de não ferrosos.
- Oxidação preta.
- Decapagem e limpeza.
- Tanques de têmpera.
- Polímeros sintéticos refrigerantes.
- Tinta anti cementante.
- Nitretação (Processo Sursulf).

E ainda: a HEF dispõe da mais avançada tecnologia para o tratamento de suas peças, com rapidez, qualidade e o atendimento personalizado que você merece.

**HEF DO BRASIL Industrial Ltda.**

Estrada do Rufino, 69 - Serraria  
CEP 09980 - Fone: (011) 456-4433  
Telex: 11 44867 PAQIBR  
Diadema - SP



**TRABALHA A SECO TEMPORARIAMENTE**  
USA QUALQUER MOTOR COM PE E FLANGE

**CONEXÕES:**  
Sucção: 3/4" NPT macho  
Descarga: 1/2" NPT macho

**MOTOR OPCIONAL**

Altura	Vazão	CONSTRUIDA EM:
Mão-obra	L/Min.	Corpo/Rotor/Flange: Rytan
métrica	RPM	EIXO: CERÂMICA
com (60Hz)		Mancal: Carvão
1m	38	MANCAL AXIAL: TEFLON
2m	32	Junta: Viton
3m	24	Magneto: Cerâmica de Barium Ferrite
4,5m	07	Magneto Interno revest. c/ Halar (teflon)

**BOMBA 14110 MAGNÉTICA PLÁSTICA BOMBA PLÁSTICA**

**Mod. ALLINOX 40 e 60 EM HOSTAFORM C/ 25% DE VIDRO**

- PARA
- PISCINAS
  - MÁQUINAS DE LAVAR
  - SOLUÇÕES QUÍMICAS



**DESCONTO PARA REVENDEDOR**

<b>Allinox 40</b> 24 m <sup>3</sup> /h máx. 11 m CA máx. 1 CV-3450 rpm	<b>Allinox 60</b> 36 m <sup>3</sup> /h máx. 15 m CA máx. 2 CV-3450 rpm
---------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

**Medidor de Vazão.**

Em plástico. (PA, PP e PVDF).

Marca: FLUX

Adaptado e homologado de tamanho, o medidor FLUX é utilizado para dosar líquidos corrosivos, tintas, gases e detergentes em recipientes plásticos, possibilitando uma vazão máxima de 7.200 l/h.

O contador é acionado por acoplamento magnético, totalmente à prova de rasamento. Possui dois totalizadores, um dos quais é retornável a zero.

Mediante encomenda fornecemos com pré-seleto.

**BOMBA PLÁSTICA**

- Em políester.
- Para produtos químicos.
- Modelos ALLINOX "2000" e "3000"
- Auto aspirante.
- Vazão até 46 m<sup>3</sup>/h e 60 m<sup>3</sup>/h.
- Pressão até 35 m CA.



**Estoque! Baixo custo!**

# Estudo do comportamento de materiais metálicos expostos nas atmosferas do Estado de São Paulo

Zehbour Panossian Kajimoto / Francisco José Seixas de Siqueira / Neusvaldo Lira de Almeida

## Parte II

### 4. Materiais ensaiados

A seleção de materiais a serem ensaiados foi feita de comum acordo entre os técnicos do IPT e da Eletropaulo, tendo sido selecionados aqueles possíveis de serem utilizados nos equipamentos estruturais ou ferragens do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica expostos à atmosfera externa.

Tais materiais foram os seguintes:

- aços acimáveis (NIOCOR e COS-AR-COR);
- aço inoxidável ABNT 304;
- cobre;
- alumínio comercial AA 1100;
- alumínio AA 5052;
- aço zincado por imersão a quente cromatizado;
- aço zincado por eletrodeposição cromatizado;
- aço zincado por aspersão térmica e selado com epóxi betuminoso;
- aço revestido com alumínio por aspersão térmica;
- aço revestido com alumínio por aspersão térmica e selado com epóxi betuminoso;
- aço revestido com cádmio por eletrodeposição e cromatizado;
- alumínio anodizado.

Os materiais acima mencionados foram ensaiados em forma de chapas de dimensões 10 cm x 15 cm, fixadas em painéis de ensaio. O procedimento adotado para preparação dos corpos-de-prova e dos painéis de ensaio já foi descrito detalhadamente no Relatório nº 22.813.

Foram ensaiados, ainda, parafusos confeccionados com os seguintes materiais:

- Everdur;
- aço cadmiado por eletrodeposição e cromatizado;
- aço zincado por eletrodeposição e cromatizado;
- aço revestido com Dacromet;
- aço zincado por imersão a quente;
- aço inoxidável;
- aço acimável.

Todos os parafusos, com exceção daqueles revestidos com Dacromet, foram ensaiados fixados em chapas de acrílico de dimensões 10 cm x 15 cm, fixadas nos painéis de ensaio.

### 5. Resultados

Os resultados dos ensaios realizados estão apresentados e discutidos separadamente para os seguintes tipos de materiais:

- materiais metálicos sem revestimentos;
- materiais metálicos com revestimentos metálico e de conversão;
- parafusos.

#### 5.1 Materiais metálicos sem revestimento

##### 5.1.1 aços acimáveis

Foram ensaiados dois tipos de aços acimáveis, a saber o NIOCOR e o COS-AR-COR.

O aço COS-AR-COR começou a ser ensaiado juntamente com os demais materiais, ou seja, em julho de

1985. Somente após 8 meses, em março de 1986, foram instalados os corpos-de-prova do aço NIOCOR. As Figuras 2 e 3 apresentam os resultados obtidos. As curvas apresentadas nestas figuras representam as curvas médias traçadas, tendo como referência os pontos obtidos nas diferentes inspeções.

Observando essas figuras, pode-se verificar que, em todas as estações atmosféricas, as taxas de corrosão dos aços acimáveis tendem a diminuir com o tempo de exposição, inclusive nas estações mais agressivas nas quais o aço carbono apresentava aumento desta taxa com o decorrer do tempo.

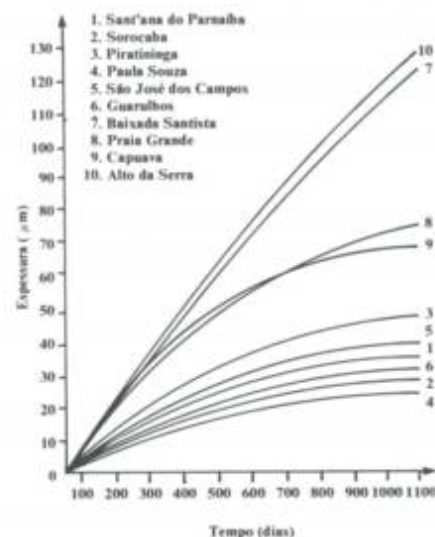


Fig. 2 - Perda de espessura em função do tempo-COS-AR-COR.



## Corrosão

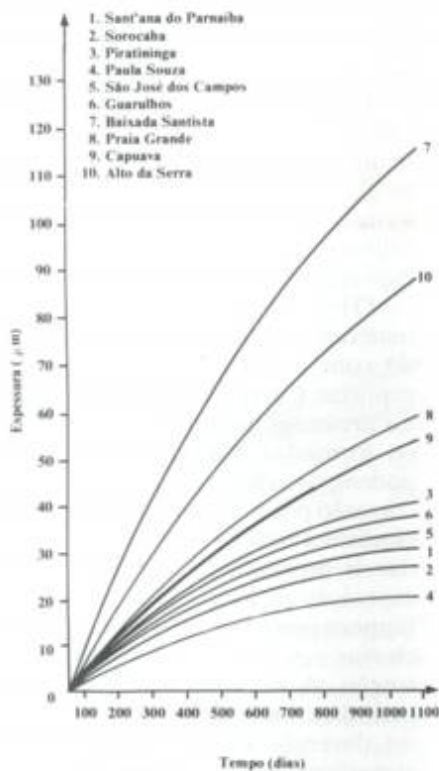


Fig. 3 - Perda de espessura em função do tempo-NIOCOR.

Para melhor entender e analisar os resultados obtidos com os aços acimáveis, cabe apresentar alguns aspectos da natureza e o mecanismo de corrosão dos mesmos.

Os aços acimáveis são aços com pequenas adições de elementos de liga, quais sejam: cobre, cromo, níquel, fósforo, silício, manganês(6). Com estas adições obtêm-se uma melhora sensível de sua resistência à corrosão atmosférica. O mecanismo de corrosão atmosférica dos aços acimáveis é similar ao dos aços carbono. Ambos os tipos de materiais formam produtos de corrosão da mesma natureza, que são a goetita e a lipídocrócita, na camada externa, e delta-FeOOH amorfo e magnetita na camada interna. Em atmosferas marinhas, também é formada a akaganeita. No entanto, no caso dos aços acimáveis, devido à presença dos elementos de liga, a camada de óxidos é mais densa, aderente e compacta, tendo um aspecto decorativo, sendo conhecida como "pátina". Na medida em que se forma, esta camada de óxidos deter-

mina a diminuição da taxa de corrosão, ou seja, a camada de óxidos age como barreira protetora.

No caso dos aços carbono, a camada de óxidos formada é, em geral, porosa e não tem características protetoras. Existem várias teorias que tentam explicar as razões das diferenças observadas entre os aços acimáveis e os aços carbonos. Entre tais teorias, uma das mais aceitas é que os elementos de liga, dos quais o principal é o cobre, reagem com o dióxido de enxofre formando sulfatos básicos de baixa solubilidade, que precipitam entre os poros da camada de óxidos, selando-os.

Em atmosferas pouco agressivas, tais como ambientes internos ou externos pouco poluídos, a ferrugem formada sobre o próprio aço carbono tem características protetoras. Neste caso, não é nítida a superioridade dos aços acimáveis, não se justificando a sua utilização.

Em ambientes de agressividade moderada (teor de  $\text{SO}_2$  inferior a  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a superioridade do aço acimável se faz sentir, sendo observadas taxas de corrosão da ordem de  $2 \mu\text{m}/\text{ano}$  e  $6 \mu\text{m}/\text{ano}$  (6).

Em ambientes industriais muito agressivos, com teores de  $\text{SO}_2$  acima de  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , apesar de ocorrer uma diminuição sensível das taxas de corrosão, esta não é suficiente para dispensar a utilização de proteção adicional.

Em ambientes extremamente agressivos onde se tem molhamento constante, tais como túneis, não se nota mais a superioridade dos aços acimáveis, que apresentam taxas de corrosão comparáveis às do aço carbono (6).

Em ambientes marinhos muito poluídos com cloretos, tais como as regiões muito próximas ao mar, não se forma camada protetora sobre os aços acimáveis. No entanto, experiências mostram que em regiões distantes cerca de 1 km do mar, a quantidade de cloretos não impede a formação de pátina (6).

Convém lembrar ainda que, em praticamente todas atmosferas, no início da exposição, as taxas de corrosão tanto do aço carbono como dos aços acimáveis são da mesma ordem de grandeza. A eficiência da pátina se faz sentir com o decorrer do tempo. Na maioria dos ambientes, as taxas de corrosão se estabilizam em 3 a 4 anos. Nos ambientes rurais tempos maiores são requeridos para se verificar a formação de pátina.

Posto isso, os resultados experimentais obtidos serão analisados.

Na Estação Atmosférica Sorocaba, tipicamente rural, observou-se que o aço carbono e os aços acimáveis apresentam comportamento semelhante, sendo pequena a diferença entre eles, notando-se, no entanto, uma certa tendência de diminuição mais acentuada na taxa de corrosão dos aços acimáveis.

Nas estações situadas em ambientes urbanos, quais sejam: Sant'ana do Parnaíba, Piratininga, Paula Souza, São José dos Campos, Guarulhos e Capuava, e nas estações situadas em ambientes industriais e marinhos, quais sejam: Baixada Santista, Praia Grande, Capuava e Alto da Serra, é nítida a superioridade dos aços acimáveis. A Tabela 7 apresenta a relação das taxas de corrosão média, calculada no período de 3 anos, entre o aço COS-AR-COR e o aço carbono.

Tabela 7 - Relação entre as taxas de corrosão média do aço carbono e do aço COS-AR-COR

Estação	Relação entre a taxa de corrosão do aço carbono e do aço COS-AR-COR
Sant'ana do Parnaíba	1,7
Sorocaba	1,0
Piratininga	4,0
Paula Souza	4,8
São José dos Campos	1,3
Guarulhos	2,0
Baixada Santista	5,6
Praia Grande	6,0
Capuava	2,4
Alto da Serra	9,5

Pode-se observar que em São José dos Campos e Sant'ana do Parnaíba, esta relação ficou entre 1 e 2. Em São José dos Campos, à semelhança de Sorocaba, muito provavelmente é necessário um tempo maior para a completa formação da pátina, uma vez que em São José dos Campos é baixa a contaminação atmosférica com compostos de enxofre.

Em Sant'ana do Parnaíba a relação é superior, muito provavelmente devido à presença de H<sub>2</sub>S, que reage com o cobre presente no aço acimável formando CuS, menos solúvel e menos prejudicial do que o FeS, formado sobre o aço. Segundo a literatura, este é um dos fatores da superioridade dos aços acimáveis (6).

Pela Tabela 7 pode-se notar ainda que nos ambientes urbanos onde o SO<sub>2</sub> está presente em concentrações relativamente altas (Paula Souza e Piratininga), a relação é bastante acentuada, sendo da ordem de quatro vezes ou mais, enquanto que nas estações onde, além do SO<sub>2</sub>, tem-se alto teor de material particulado (Guarulhos e Capuava), a relação é menor e da ordem de duas vezes. Isto era esperado, pois, segundo a literatura (8), a poeira impregnada nas superfícies dos metais faz com que a camada de produtos de corrosão seja menos compacta e, portanto, menos protetora.

Nos ambientes de alta agressividade (Praia Grande, Baixada Santista e Alto da Serra), a relação foi ainda maior, tendo sido de 5,6 vezes para Baixada Santista, 6 vezes para Praia Grande e 9,5 vezes para Alto da Serra.

Cabe analisar ainda os valores absolutos das taxas de corrosão. A Tabela 8 apresenta as taxas de corrosão do aço COS-AR-COR calculadas a partir da perda de espessura média no período total de exposição (taxa de corrosão média) e a partir da tangente à curva em t = 3 anos (taxa de corrosão instantânea). Pode-se observar que nos ambientes rurais e urbanos, ou seja, ambientes de agressividade baixa e moderada, as taxas de corrosão são muito baixas, atingindo valores inferiores a 10 μm/ano, após 3 anos de exposição. Já nas estações de maior agressividade, apesar da redução sensível em relação

ao aço carbono acima observada, as taxas de corrosão são ainda elevadas, não se aconselhando a utilização dos aços acimáveis sem proteção adicional.

**Tabela 8 - Taxas de corrosão do aço carbono e do aço acimável.**

Estação	Taxa de corrosão (μm/ano)	
	Média de 3 anos	Instantânea para 3 anos
Sant'ana do Parnaíba	13,1	7,2
Sorocaba	11,3	6,17
Piratininga	18,6	1,92
Paula Souza	9,5	2,2
São José dos Campos	15,0	11,1
Guarulhos	12,0	1,96
Baixada	41,6	41,6
Santista		
Praia Grande	25,0	25,0
Capuava	24,0	13,2
Alto da Serra	41,6	41,6

Outro aspecto que convém ser observado é que, na maioria dos casos, o aço NIOCOR apresentou ligeira superioridade em relação ao aço COS-AR-COR. Esta superioridade deve-se muito mais às condições de exposição do que de composição. Sabe-se que as condições climáticas e de poluição no início de exposição afetam o desempenho dos metais. Em exposições iniciadas no inverno, quando se tem maior contaminação do ar, observa-se um desempenho inferior do que quando as exposições são iniciadas no verão. No presente estudo, o início da exposição do aço COS-AR-COR ocorreu em julho/85, ou seja no inverno, enquanto que para o aço NIOCOR o início ocorreu em março/86, final de verão, sendo portanto esperada a superioridade verificada do NIOCOR em relação ao COS-AR-COR.

### 5.1.2 Aço inoxidável

Foi ensaiado o aço inoxidável austenítico do tipo ABNT 304.

Durante todo o período de exposição não se notou sinal de corrosão em todos os corpos-de-prova ensaiados.

Os ensaios para determinação da perda de espessura confirmaram a

não ocorrência de ataque, pois os valores encontrados oscilaram em torno de zero.

De fato, segundo a literatura consultada (7), os aços inoxidáveis austeníticos apresentam excelente resistência à corrosão em atmosferas externas, não perdendo inclusive seu brilho original após longos anos de exposição.

O bom desempenho deste tipo de material está diretamente relacionado com a limpeza das superfícies expostas. Carepas, frestas ou depósitos presentes no início de exposição, ou formadas durante a exposição, podem determinar a ocorrência de corrosão por frestas. Assim, é imprescindível a utilização dos aços inoxidáveis previamente limpos e a sua exposição em locais onde é possível a limpeza periódica, seja pela ação das chuvas, seja em operações de manutenção. A necessidade de limpeza periódica é menor em atmosfera rural, devendo ser mais freqüente em atmosferas urbana e industrial. Em atmosfera marinha, onde o cloreto é um agente bastante agressivo aos aços inoxidáveis, a freqüência de limpeza deve ser maior.

No presente estudo, como os corpos-de-prova foram expostos previamente limpos e de maneira a receber diretamente a ação de chuva, pelo menos na face voltada para cima onde ocorria deposição de material particulado, a não ocorrência da corrosão era esperada.

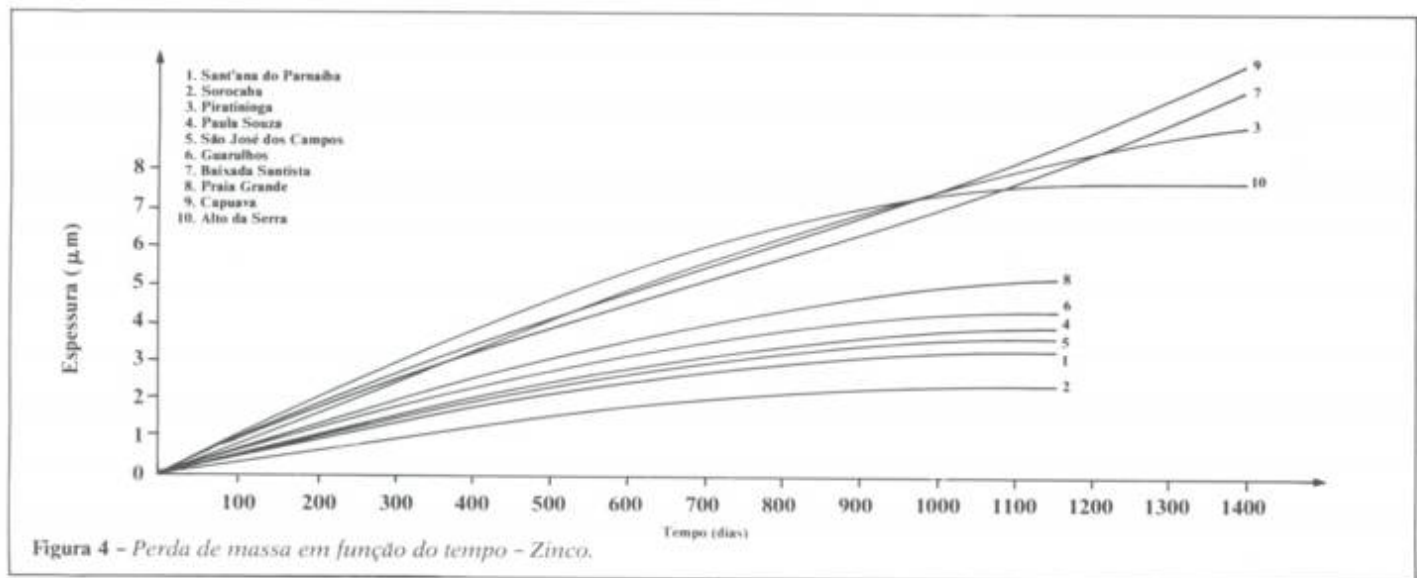
### 5.1.3 Zinco

O zinco ensaiado no presente trabalho apresentava pureza maior que 99,98%.

A perda de espessura em função do tempo de exposição do zinco nas diferentes estações está apresentada na Figura 4. As curvas apresentadas nesta figura representam as curvas médias traçadas, tendo como referência os pontos obtidos nas diferentes inspeções.

Pode-se observar que, com exceção das Estações Atmosféricas Piratininga e Alto da Serra, a relação entre a perda de espessura e o tempo é linear, significando que a taxa de corrosão do zinco mantém-se constante.

## Corrosão



Este tipo de comportamento para o zinco é verificado para ambientes de agressividade baixa e moderada (8).

No caso da Estação Piratininga, para melhor visualização foi feita a Figura 5. Pode-se observar que, no início da exposição, a taxa de corrosão é bastante baixa, havendo um aumento brusco a partir de janeiro/1986, e finalmente no final do período de exposição é observado um decréscimo desta taxa. Nesta figura foram locados também os valores do consumo mensal de óleo combustível da Usina Termoeletrica de Piratininga. Como já citado, durante o período de ensaio esta Usina, normalmente parada, entrou em regime de operação.

Pode-se verificar, examinando a Figura 5, que os altos valores da taxa

de corrosão do zinco ocorreram nos períodos de alto consumo de óleo.

Sabe-se que a taxa de corrosão do zinco é proporcional ao teor de  $SO_2$  na amostra, sendo este metal mais sensível ao aumento de  $SO_2$  do que o próprio aço (9). Como o principal poluente da queima de óleo combustível é o  $SO_2$ , a coincidência verificada era de fato esperada.

Uma outra estação que não apresentou linearidade entre a perda de espessura e o tempo de exposição foi a Estação Alto da Serra. Neste caso verificou-se uma diminuição da taxa de corrosão em função do tempo. Como a atmosfera desta estação é bastante peculiar e pouco conhecida quanto a suas características, não se encontrou uma explicação para o

comportamento observado.

Para facilidade da verificação de agressividade das diversas estações, foi calculada a taxa de corrosão média no período de 2 anos de exposição, visto que, segundo a literatura, este período é adequado para se prever o desempenho do zinco em períodos mais longos (10). A Tabela 9 apresenta os valores destas taxas. Nesta tabela também é apresentada uma classificação da agressividade das estações, quando se toma o zinco como material de referência, atribuindo-se valores numéricos de 1 a 10 em ordem crescente de sua agressividade, tal como feito para o caso do aço carbono.

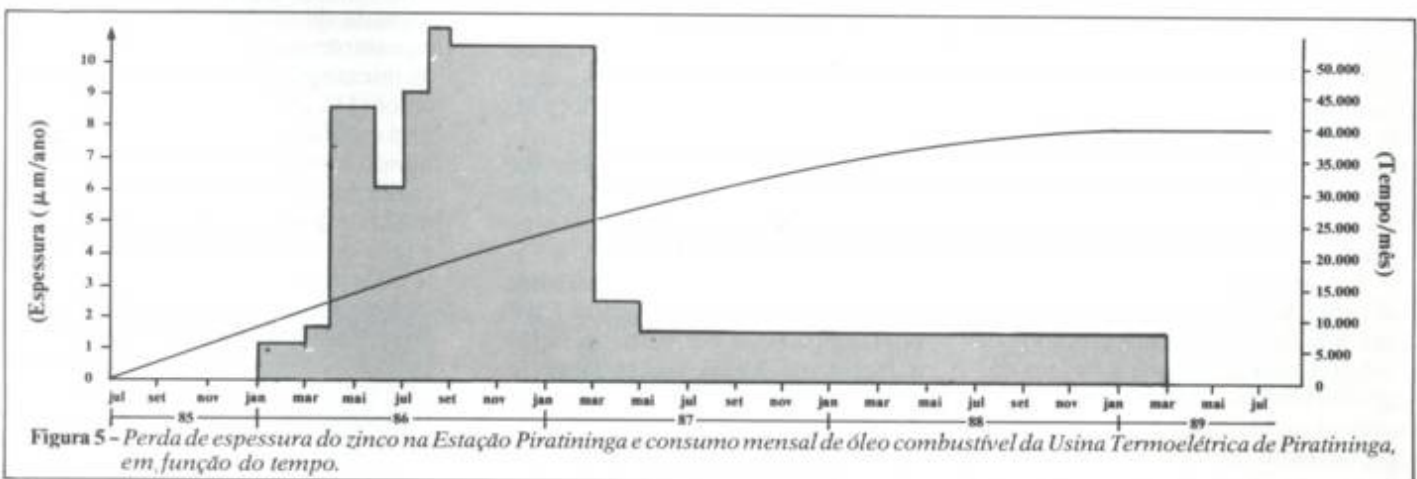


Tabela 9 - Taxas de corrosão média de zinco.  
Tempo considerado: 2 anos.

Estação Atmosférica	Taxa de corrosão ( $\mu\text{m}/\text{ano}$ )	Classificação Material de referência	
		Zn	Aço
Sant'ana do Parnaíba	0,9	2	4
Sorocaba	0,7	1	1
Piratininga	2,55	9	7
Paula Souza	1,2	4	2
São José dos Campos	1,1	3	3
Guarulhos	1,3	5	5
Baixada Santista	2,3	7	9
Praia Grande	1,7	6	8
Capuava	2,5	8	6
Alto da Serra	2,6	10	10

Analisando a Tabela 9, pode-se verificar que a estação menos agressiva é a Sorocaba, o que era esperado por ser tipicamente rural (lembrar que a estação está localizada fora do perímetro urbano). Em seguida, vêm nesta ordem: Sant'ana do Parnaíba, São José dos Campos, Paula Souza e Guarulhos. Esta, com exceção de Guarulhos, é a ordem crescente do tamanho de cada cidade onde as estações estão instaladas, sendo, portanto, uma classificação esperada. A Estação Guarulhos deve ter apresentado taxa mais elevada, muito provavelmente devido à grande quantidade de material particulado presente. A Estação Praia Grande vem a seguir. As Estações Piratininga, Capuava e Alto da Serra são as mais agressivas em relação ao zinco, sendo a taxa nestas três estações praticamente a mesma. Esta ordem não é estranha, pois na literatura, há dados em que atmosferas marinhas apresentam dados inferiores ou superiores às atmosferas industriais, estando isto diretamente relacionado com a concentração no ar dos poluentes, quais sejam:  $\text{SO}_2$  e cloreto.

Finalmente, comparando a classificação feita em relação ao zinco com aquela feita em relação ao aço carbono, verifica-se que a ordem da agressividade varia. Isto de fato é observado na literatura (4) que conclui que os dados obtidos para um deter-

minado metal não podem ser generalizados para outro e, ainda, que a classificação de uma atmosfera deva ser feita citando-se sempre o material de referência utilizado.

Apesar disso, convém analisar as diferenças verificadas. Nas atmosferas urbanas, muito provavelmente, a diferença está na influência de poluentes diferentes do que o  $\text{SO}_2$ . Por exemplo: Sant'ana do Parnaíba apresentou taxa elevada para o aço, sendo classificada em 4º lugar, ao passo que, com referência ao zinco, foi classificada em 2º lugar. Muito provavelmente os poluentes emanados do Rio Tietê, sendo  $\text{H}_2\text{S}$  o principal, influenciaram na corrosão do aço e não na do zinco.

A Estação Praia Grande foi classificada em 8º lugar em termos de agressividade tendo como referência o aço, e em 6º lugar tendo como referência o zinco. Isto deve ser atribuído à ação aceleradora do cloreto, que deve influenciar mais intensamente o aço.

Finalmente, à semelhança do que foi feito para o aço, convém verificar a compatibilidade dos dados ora obtidos com aqueles da literatura. A Tabela 10 apresenta valores das taxas de corrosão obtidos no Canadá, Estados Unidos, Panamá, Austrália, Japão e Inglaterra. Nesta tabela também estão apresentados os valores obtidos no presente estudo.

Pode-se observar que as taxas de

Tabela 10 - Valores da taxa de corrosão média correspondente a 2 anos de exposição do zinco.

Atmosfera intervalo	Países estrangeiros ( $\mu\text{m}/\text{ano}$ )	Brasil
		São Paulo ( $\mu\text{m}/\text{ano}$ )
Rural	0,16 - 1,58	0,7
Urbana	1,11 - 2,37	0,9 - 1,3
Industrial	0,77 - 10,12	2,3 - 2,6
Marinha	0,63 - 15,37	1,6

Obs.: Alto da Serra foi incluído na atmosfera industrial por sua peculiaridade.

corrosão para o zinco encontradas em nosso país são compatíveis com os valores das taxas encontradas em outros países. Assim, à semelhança dos resultados com aço carbono, os dados aqui obtidos podem ser comparados com os dados encontrados na literatura.

#### 5.1.4 Cobre

O cobre ensaiado tinha pureza superior a 99,9%.

Antes de apresentar e analisar os resultados obtidos, convém abordar alguns conceitos da corrosão atmosférica do cobre.

Quando se expõe o cobre polido a atmosferas limpas, forma-se na superfície do metal uma camada de óxido cuproso que, por ser muito fina, é praticamente invisível. Se, no entanto, na atmosfera de exposição houver contaminações, por exemplo com  $\text{H}_2\text{S}$ , formar-se-á, junto com a camada de óxido, o sulfeto de cobre. Este sulfeto introduz imperfeições na camada de óxido permitindo o seu espessamento com conseqüente escurecimento gradativo da superfície metálica (11), atingindo coloração marrom escura ou preta (12). Tanto mais rápido será o escurecimento quanto maior for a taxa de formação da camada de óxido, ou seja, quanto maior a taxa de corrosão. Este aumento da taxa de corrosão está diretamente relacionado com o aumento do teor dos poluentes, e o escurecimento será tanto maior quanto maior for a espessura da camada de óxido.

Se na atmosfera de exposição existirem  $\text{SO}_2$  e cloretos, formar-se-ão na

## Corrosão

superfície do cobre sulfatos e cloretos de cobre (12, 13, 14). O sulfato de cobre também pode ser formado pela oxidação do sulfeto (15).

Esses sais normalmente são solúveis, não oferecendo proteção por barreira. No entanto, se as condições atmosféricas forem favoráveis, isto é, se o pH do eletrólito presente na superfície metálica não for muito ácido ( $\text{pH} > 4$ ), formar-se-ão sais básicos insolúveis que protegerão o metal contra a corrosão. Esta camada de produtos de corrosão do cobre, conhecida como pátina, tem aspecto estético com coloração verde, sendo a ela atribuída a alta resistência à corrosão atmosférica deste metal.

Em atmosferas rurais e urbanas, o sulfato de cobre básico é um dos principais constituintes da pátina, em ambientes marinhos, isentos de  $\text{SO}_2$ , o cloreto básico predomina. Se, no entanto, em ambientes marinhos houver contaminação de  $\text{SO}_2$ , a pátina será formada por cloretos e sulfatos básicos, predominando o segundo.

O tempo requerido para formação da pátina é dependente do nível de poluição, podendo levar de 5 a 30 anos. Em ambientes rurais muito limpos, este tempo pode ser ainda maior.

Os valores de taxas de corrosão obtidos por diferentes autores estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Taxas de corrosão em diferentes ambientes.	
Ambiente	Intervalo das taxas de corrosão encontrados na literatura consultada (12, 13, 15, 16) ( $\mu\text{m}/\text{ano}$ )
rural	0,2 - 1,25
urbano e industrial	10,8 - 1,25
marinho	0,1 - 2,5

As razões de ocorrência de corrosão acentuada do cobre, levando a valores de taxas de corrosão muito acima do que as citadas, são geralmente atribuídas a níveis de poluição local muito elevados.

Os resultados de perda de espessura do cobre obtidos no presente estudo estão apresentados na Figura 6. Na Tabela 12 estão apresentados os valores da taxa de corrosão média calculados para 3 anos de exposição e também o aspecto visual, após este tempo de exposição.

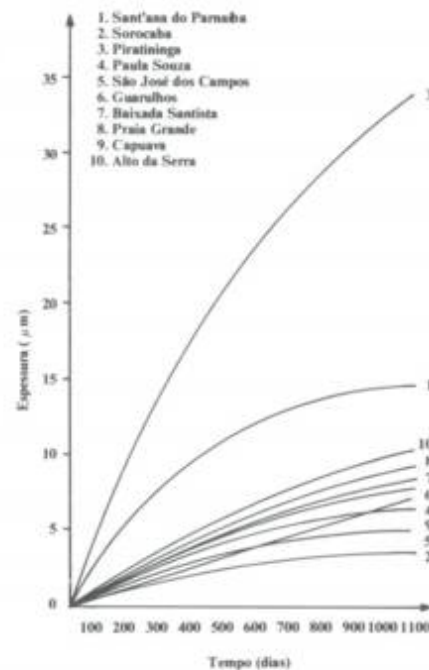


Figura 6 - Perda de espessura em função do tempo - Cobre.

Pode-se verificar que os resultados obtidos, com exceção da Estação Sant'ana do Parnaíba e Piratininga, estão de acordo com os relatados na literatura. Em Sorocaba, atmosfera rural, a taxa de corrosão foi baixa ( $1,0 \mu\text{m}/\text{ano}$ ), sendo observada uma coloração marrom-clara. Nas demais Estações, quais sejam: Paula Souza, São José dos Campos, Guarulhos, Baixada Santista, Praia Grande, Capuava e Alto da Serra, ditas como atmosferas urbanas e industriais, as taxas de corrosão obtidas ( $1,7 \mu\text{m}/\text{ano}$  a  $3,2 \mu\text{m}/\text{ano}$ ) têm a mesma ordem de grandeza das taxas citadas na literatura ( $0,8 \mu\text{m}/\text{ano}$  a  $3,8 \mu\text{m}/\text{ano}$ ), sendo a camada de óxidos aderente com coloração marrom-escura ou cinza-escura.

Nessas Estações, provavelmente, após um período longo de exposição forma-se-á a pátina, garantindo ao cobre um alto desempenho.

Nas Estações Atmosféricas Sant'ana do Parnaíba e Piratininga, os valores de taxas de corrosão obtidos foram mais elevados, a saber  $4,6 \mu\text{m}/\text{ano}$  e  $10,7 \mu\text{m}/\text{ano}$ , respectivamente. Estas duas estações apresentam uma mesma peculiaridade que é a alta concentração de  $\text{H}_2\text{S}$ , sendo que a estação Piratininga ainda é altamente contaminada com  $\text{SO}_2$ . A literatura aponta o  $\text{H}_2\text{S}$  como um agente

Tabela 12 - Taxas de corrosão média e aspecto visual do cobre após 3 anos de exposição.

Estação	Taxa de corrosão média ( $\mu\text{m}/\text{ano}$ )	Aspecto Visual
Sant'ana do Parnaíba	4,6	Coloração marrom-escura
Sorocaba	1,0	Coloração marrom-clara
Piratininga	10,7	Coloração preto-azulada Os produtos formados não são aderentes.
Paula Souza	2,1	Coloração marrom-escura
São José dos Campos	1,7	Coloração cinza-escura
Guarulhos	2,4	Coloração marrom-escura
Baixada Santista	2,5	Coloração cinza-escura
Praia Grande	3,0	Coloração marrom-clara com algumas áreas com coloração esverdeada
Capuava	2,1	Coloração marrom devida à deposição de material particulado
Alto da Serra	3,2	Coloração cinza-escura

agressivo em potencial ao cobre, mesmo em locais com baixa umidade relativa. Relatos de corrosão atmosférica em ambientes externos, tendo como principal poluente o  $H_2S$ , não foram encontrados. No entanto, estudos realizados em ambientes úmidos contendo  $H_2S$  à temperatura de  $100^\circ C$  mostraram taxas de corrosão do cobre variando de  $1.200 \mu m/ano$  a  $1.600 \mu m/ano$  (16).

Assim, é certo que o ataque mais acentuado do cobre nessas duas estações é consequência dos altos teores de  $H_2S$  nelas presentes.

Convém, no entanto, ressaltar que apesar de terem sido constatadas, nas Estações Sant'ana do Parnaíba e Piratininga, taxas elevadas de corrosão relativamente às outras estações, em termos absolutos essas taxas são baixas, quais sejam:  $4,6 \mu m/ano$  e  $10,7 \mu m/ano$ , o que poderia levar um projetista à generalização do uso do cobre para qualquer ambiente.

No entanto, deve-se lembrar que a Eletropaulo utiliza o cobre para condução elétrica e não para fins arquitetônicos. Sabe-se que as camadas de produtos de corrosão (óxidos, sulfetos e/ou sulfatos) que se formam sobre o cobre, possuem uma alta resistividade elétrica à temperatura ambiente e, portanto, quando presentes na superfície de contatos elétricos de cobre e de suas ligas podem agir como isolante elétrico (17).

A literatura distingue dois tipos de produtos de corrosão do cobre (18). O primeiro tipo é aquela camada fina que se forma em condição não muito agressiva. Este tipo de produto de corrosão, apesar de apresentar alta resistividade elétrica, não oferece problemas de contatos elétricos na maioria das aplicações, uma vez que nele podem ocorrer rupturas, tanto provocadas mecanicamente como provocadas por tensões elétricas acima de  $5V$  (19).

O segundo tipo de produto de corrosão é aquele que se forma na superfície do cobre em ambientes de alta agressividade. Tais produtos não são uniformes, são mais espessos do que os do primeiro tipo e, quando presentes na superfície de contatos de cobre, a ruptura da camada não ocorre pela presença de uma dife-

rença de potencial, acarretando falhas nos contatos elétricos. Com diferenças de potenciais muitíssimo elevadas, da ordem de quilovolts, a passagem da corrente elétrica através dos produtos de corrosão de alta resistividade pode causar superaquecimento em níveis capazes de fundir o metal, levando a falhas permanentes nos contatos.

Além dos problemas de falhas em contatos elétricos, a formação de produtos de corrosão não aderentes na superfície do cobre pode causar problemas de corrosão em outros metais. Isto ocorre quando tais produtos de corrosão são lixiviados e transportados por escoamento para a superfície de outros equipamentos construídos com metais menos nobres, como o aço galvanizado ou alumínio. Os íons de cobre são reduzidos a cobre metálico por deslocamento galvânico, constituindo sítios favoráveis para a ocorrência das reações catódicas, determinando aceleração de corrosão do metal menos nobre.

Posto isto, fica claro que não se pode generalizar a utilização do cobre para ambientes agressivos baseando-se nos valores baixos absolutos das taxas de corrosão. Nestes locais, a utilização do cobre só deve ser feita com proteção adicional por meio de graxas ou materiais tipo borracha, resistentes às condições específicas de utilização.

Convém lembrar que, em contatos elétricos fixos, a proteção adicional deverá ser feita após a união dos elementos de contato. Em contatos móveis, o próprio deslizamento dos elementos remove por abrasão os produtos de corrosão.

### 5.1.5 Alumínio

Foram ensaiadas duas ligas de alumínio a saber: alumínio comercialmente puro AA1100 e a liga AA5052.

À semelhança do que foi feito para o cobre, convém apresentar um resumo do comportamento do alumínio e de suas ligas frente aos diferentes tipos de atmosfera, com o objetivo de auxiliar na análise dos resultados obtidos.

O alumínio e suas ligas apresentam uma excelente resistência à cor-

rosão atmosférica. Esta resistência é consequência da formação de uma camada de óxidos de caráter protetor sobre o alumínio exposto ao ar. Esta camada possui espessura da ordem de  $100\text{Å}$  a  $200\text{Å}$  (20) em atmosferas limpas e secas. Espessuras cada vez maiores são formadas em ambientes úmidos e poluídos. No entanto, mesmo nestes ambientes, a camada de óxidos formados tem caráter protetor, de modo que a taxa de corrosão do alumínio decresce com o tempo de exposição, sendo que a maior parte do ataque ocorre em 1 ou 2 anos. Em termos absolutos, tais taxas são baixas, dificilmente ultrapassando o valor de  $1 \mu m/ano$  (20). Em atmosferas muito severas podem atingir valores de  $3 \mu m/ano$ , de modo que o alumínio é considerado um metal de desempenho satisfatório na maioria das atmosferas.

Em atmosferas limpas, tais como as rurais, o alumínio mantém o aspecto brilhante de sua superfície, pois a camada de óxidos que se forma é praticamente invisível. Em ambientes poluídos o alumínio apresenta após um certo tempo de exposição mudança do aspecto de superfície, com perda de brilho, mudança de coloração ou escurecimento, apresentando ainda aspereza superficial.

O escurecimento do alumínio é devido ao crescimento da camada de óxidos, que se torna visível. Escurecimento acentuado também pode ocorrer devido à incorporação de material particulado, tal como fuligem. Em atmosferas marinhas, o alumínio assume, em geral, coloração acinzentada opaca, enquanto em atmosfera industrial predomina o escurecimento.

A aspereza verificada na superfície do alumínio, por outro lado, é consequência da ocorrência de corrosão localizada. Na superfície do alumínio, são formados pequenos pites que dificilmente são visíveis a olho desarmado. Tais pites normalmente são bloqueados com o decorrer do tempo, devido à formação de produtos de corrosão insolúveis no interior dos mesmos, que ficam aí aprisionados. À semelhança da taxa de corrosão global, as taxas de crescimento dos pites são elevadas no ini-

## Corrosão

cio da exposição, decrescendo gradualmente com o decorrer do tempo e atingindo valores praticamente desprezíveis. Alguns pites podem tornar-se permanentemente inativos, enquanto outros podem ser reativados nos períodos de molhamento, com taxas de crescimento muito baixas. A diminuição da taxa de penetração dos pites é muito acentuada. Em geral, taxas de 100  $\mu\text{m}/\text{ano}$ , observadas no início da exposição, podem ser reduzidas, após 2 anos, para valores da ordem de 3  $\mu\text{m}/\text{ano}$ , em ambientes marinhos severos, e da ordem de 0,8  $\mu\text{m}/\text{ano}$  em ambientes rurais (21).

Os pites são formados, na superfície do alumínio, devido às ações de poluentes, dos quais os principais são:  $\text{SO}_2$ , cloretos e material particulado.

Os cloretos são reconhecida-mente agentes causadores de pites e, quando presentes na superfície de metais apassivados, como é o caso do alumínio, provocam a quebra localizada da camada de óxidos, determinando a formação dos pites.

O  $\text{SO}_2$ , quando absorvido na superfície do metal, pode oxidar-se a  $\text{SO}_3$  e formar  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , determinando a acidificação do eletrólito condensado. Em atmosferas de média agressividade, na ausência do material particulado, a presença do  $\text{SO}_2$  não causa muitos danos ao alumínio. Isto porque a taxa de absorção do  $\text{SO}_2$  pelo alumínio é bastante baixa, mesmo a altas umidades relativas. Assim, em atmosferas industriais, livre de material particulado, o eletrólito presente na superfície metálica é diluído em relação aos íons  $\text{SO}_4^{2-}$ , mesmo com concentrações elevadas de  $\text{SO}_2$  no ar. A acidificação do eletrólito nestes casos não é suficiente para dissolver a camada de óxidos, lembrando que a estabilidade da camada de óxidos se estende até o  $\text{pH}=2,5$  (22). Quando, no entanto, tem-se material particulado na atmosfera, este se deposita sobre o metal, constituindo sítios propícios para absorção do  $\text{SO}_2$  e acidificando o eletrólito nas vizinhanças das partículas em níveis capazes de dissolver a camada de óxidos, determinando a corrosão localizada do alumínio.

A presença de material particulado pode ainda determinar a corrosão localizada do alumínio pelo mecanismo de corrosão por concentração diferencial.

Assim, no caso do alumínio, a lavagem superficial devida à ação de chuvas diminui sobremaneira o ataque devido à remoção dos agentes causadores de pites, quais sejam cloretos e material particulado associado a  $\text{SO}_2$ .

Devido à natureza localizada do ataque do alumínio, são observadas perdas das propriedades mecânicas. O limite de resistência à tração tem sido um parâmetro utilizado para avaliação destas perdas.

A maioria das ligas de alumínio praticamente não apresenta variação do limite de resistência em atmosferas rurais. Foram observadas quedas de no máximo 3% em um período de exposição de 20 anos (22). Em atmosferas industriais e marinhas, para as ligas da série 1.000 e 5.000, em média são notadas quedas de no máximo 20% num período de 20 anos (21, 23), sendo que nos primeiros 5 anos são verificadas reduções inferiores a 5% (21). Quedas maiores ocorrem para certas ligas, como por exemplo ligas da série 2.000, para as quais são registradas quedas de até 56% após 20 anos.

No presente trabalho, a avaliação do desempenho das duas ligas de alumínio foi feita, à semelhança dos demais metais ensaiados, através do levantamento de curvas de perda de espessura em função do tempo. Para complementar o estudo foram realizados, também, exame visual e determinação da queda do limite de resistência dos corpos-de-prova retirados durante a última inspeção. Para alguns casos foram realizados também exames metalográficos.

A Figura 7 apresenta a perda de espessura em função do tempo de exposição do alumínio comercial AA1100. A figura apresenta as curvas médias traçadas, tendo como referência os pontos obtidos nas diferentes inspeções.

Pode-se observar pela figura que a taxa de corrosão do alumínio, em todas as estações atmosféricas, diminui com o tempo de exposição, estan-

do de acordo com os fatos relatados na literatura.

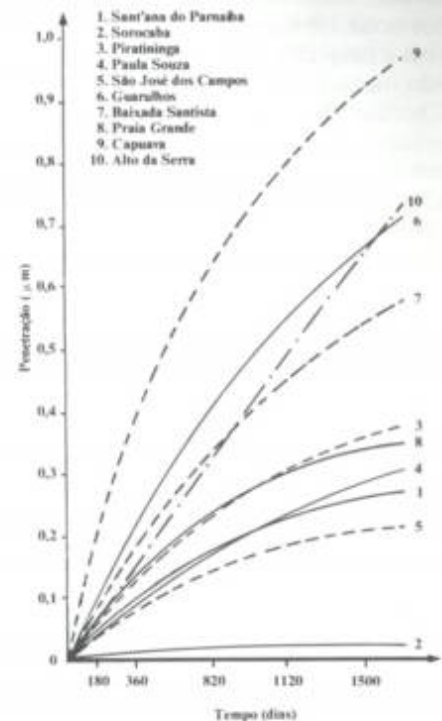


Figura 7 - Perda de espessura em função do tempo de exposição do alumínio comercial AA1100.

Na Estação Sorocaba, a menos agressiva do presente estudo, a taxa de corrosão do alumínio foi desprezível. Na Estação Capuava, onde, além de alta contaminação de  $\text{SO}_2$ , há uma grande quantidade de material particulado, o alumínio apresentou os maiores valores de perda de espessura, confirmando os dados da literatura, que aponta como altamente prejudicial a presença concomitante destes dois poluentes.

As estações que apresentaram também agressividade elevada foram Alto da Serra, Baixada Santista e Guarulhos. No entanto, em todas as quatro estações acima citadas, os valores absolutos das taxas de corrosão são baixos e inferiores a 0,4  $\mu\text{m}/\text{ano}$ , taxas estas compatíveis com aquelas citadas na literatura.

As demais estações: Piratininga, Praia Grande, Paula Souza, Santana do Parnaíba e São José dos Campos apresentaram taxas baixas e decrescentes nesta ordem, mas muito próximas umas às outras. A posição relativa de cada uma destas estações

deve estar relacionada com os teores de  $SO_2$ , material particulado, e cloretos no ar, bem como à umidade relativa e principalmente às chuvas que são bastante benéficas ao alumínio. Discutir detalhadamente a posição relativa não é necessário, pois os valores absolutos de perda de espessura são muito baixos, podendo tais posições, inclusive, serem influenciadas por erros de medida.

O exame a olho desarmado da superfície dos corpos-de-prova não evidenciou ocorrência de ataque localizado, tendo sido notadas alterações do aspecto com perda de brilho, escurecimento e aspereza. Na Estação Sorocaba estas alterações eram muito leves, sendo, no entanto, bastante acentuadas nas estações em que foram verificados os maiores valores de perda de espessura, como, por exemplo, Capuava.

O exame com o auxílio de uma lupa, com aumento de 20x, mostrou, no entanto, a existência de uma grande quantidade de pites, na maioria rasos, na superfície de todos os corpos-de-prova ensaiados. Tanto a quantidade como a profundidade dos pites era baixa na Estação Sorocaba e alta nas estações com atmosferas mais agressivas, principalmente Capuava. Além disso, com exceção da Estação Capuava, os pites eram mais numerosos na superfície dos corpos-de-prova voltados para baixo. Todas estas observações estão de acordo com as relatadas na literatura, que apontam a ação benéfica das chuvas e a agressividade marcante dos materiais particulados.

A profundidade de um pite foi determinada, tendo sido obtido o valor de  $33 \mu m$ . Esta profundidade refere-se a uma taxa média de penetração de pite de  $10 \mu m/ano$ , taxa esta compatível com valores relatados na literatura para alumínio da série 1.000, que apresenta valores médios de aproximadamente  $13 \mu m/ano$ , para uma exposição de 3 anos (23).

A liga AA5052 apresentou comportamento bastante semelhante ao do alumínio comercial AA1100, no que diz respeito ao aspecto dos corpos-de-prova e à morfologia de ataque. A Figura 8 apresenta a perda de

espessura deste metal em função do tempo de exposição. Pode-se observar pela figura que, apesar desta liga apresentar valores de perda de espessura da mesma ordem de grandeza dos do alumínio comercial AA1100, foram estes ligeiramente superiores, principalmente para as estações de menor agressividade. Na Estação Sorocaba o alumínio comercial apresentou valores desprezíveis, não ocorrendo o mesmo para a liga AA5052, que apresentou perda de espessura da ordem de  $0,4 \mu m$  após 3 anos de ensaio.

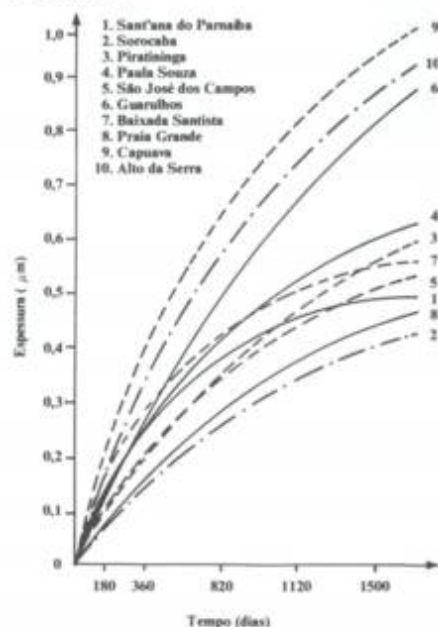


Figura 8 - Perda de espessura por tempo de exposição do alumínio comercial - AA 5052

Nas estações de agressividade intermediária para o alumínio comercial AA1100, quais sejam: São José dos Campos, Sant'ana do Paranaíba, Paula Souza, Praia Grande e Piratininga, a liga AA5052 apresentou, em média, valores de perda de espessura superiores em cerca de  $0,2 \mu m$ , após os 3 anos de exposição.

Na Estação Baixada Santista, os valores de perda de espessura das duas ligas foram muito semelhantes, podendo esta estação ser considerada de agressividade intermediária para a liga AA5052, conforme fica evidente na Figura 8.

Nas Estações Alto da Serra e Guarulhos também foram observados va-

lores de perda de espessura ligeiramente superiores para a liga AA5052, em relação à liga AA1100.

Para o caso da liga AA5052, a Estação Capuava também foi a mais agressiva. No entanto, os valores de perda de espessura para ambas as ligas foram muito semelhantes nesta estação (ver Figuras 7 e 8).

As diferenças observadas, descritas acima, são em termos práticos, desprezíveis, pois os valores absolutos das taxas de corrosão são muito baixos para ambas as ligas, podendo-se considerar que ambas as ligas apresentaram desempenho comparável. De fato, segundo a literatura (23), ambas as ligas apresentam resistências à corrosão atmosférica comparáveis.

Os valores do limite de resistência determinados nos corpos-de-prova após os 3 anos de exposição foram da mesma ordem de grandeza do limite de resistência dos corpos-de-prova não-expostos. Isto foi devido, muito provavelmente, ao curto tempo de exposição.

## Referências bibliográficas

- 6) MANSFELD, F. *Corrosion Mechanism*, New York, Marcel Dekker, 1987. p. 249-255.
- 7) BOYD, W. K. *Corrosion of Metals in the Atmosphere*, Ohio, MCIC, 1974. p. 18. (Metals and Ceramics Information Center, Report, 74-23)
- 8) ————. p. 10
- 9) ROZENFELD, L. L. *Atmospheric Corrosion of Metals*. Moscou, Russian Edition, 1960. p. 112.
- 10) ————. p. 56
- 11) MATTSON, E. Staining of copper and brass. *Corrosion*, Houston, **14**: 887-927, Feb, 1958.
- 12) BOYD, W. K. *Corrosion of Metals in the Atmosphere*, Ohio, MCIC, 1974. p. 22-27. (Metals and Ceramics Information Center, Report, 74-23).
- 13) MANSFELD, T. *Corrosion Mechanism*, New York, Marcel Dekker, 1987. p. 270-277.
- 14) LEIDHEISER, H. Jr. *The Corrosion of Copper, tin and their Alloys*, New York, John Wiley, 1971, p. 3-22.
- 15) SHREIR, L. L. *Corrosion*, 2ed. London, Newnes - Butherworths, 1977. p. 4-39-4.44, V. 1.



- 16) ROZENFELD, I. L. *Atmospheric Corrosion of Metals*, Moscow, Russian Edition, 1960. p. 180.  
 17) HOLM, R. *Electric Contacts*, 4ed. Berlin, Springer Verlag, 1967. p. 110.  
 18) EVANS, U. R. *Electrical Contacts*, The effects of atmospheric corrosion. *Metals Industries*, 73 (1): 10-13, July, 1948.  
 19) HOLM, R. *Electrical Contacts*, 4ed. Berlin, Springer Verlag, 1967. p. 135-136.  
 20) MANSFELD, F. *Corrosion Mechanism*, New York, Marcel Dekker, 1987. p. 265-269.  
 21) METALS HANDBOOK: 13 - Corrosion, 9ed. Metals Park, ASM, 1987. p. 596, U.13  
 22) BOYD, W. K. *Corrosion of Metals in the Atmosphere*, Ohio, MCIC, 1974. p. 64-68 (Metals and Ceramics Information Center Report 74-23).  
 23) \_\_\_\_\_ p. 39.

Francisco José Seixas de Siqueira - Engenheiro Mecânico do Departamento Técnico de Manutenção de Linhas e Estações da Eletropaulo - Eletricidade de São Paulo S.A.



Neusvaldo Lira de Almeida - Técnico Agrícola e Técnico do Laboratório de Corrosão e Eletrodeposição do IPT.

Os autores



Zehbour Panossian Kajimoto - Doutora em ciências e pesquisadora do Laboratório de Corrosão e Eletrodeposição do IPT. Professora convidada da Escola Politécnica, Departamento de Metalurgia, da USP.



- NÍQUEL QUÍMICO **NQR**
- NÍQUEL DURO **NQR**
- CROMAÇÃO PRETA E DECORATIVA
- CROMAÇÃO ACETINADA
- ZINCO PRETO BRILHANTE E BICROMATIZADO
- CROMATIZAÇÃO DE ALUMÍNIO (ALODINE)

QUALIDADE ASSEGURADA NAS INDÚSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS

Galvanoplastia RAGESI Ltda.

Rua da Balsa, 95  
 CEP. 02910  
 São Paulo  
 Fone: (011)  
 876-1444

29 Anos  
 Fornecendo  
 Qualidade

## ENPLATE Ni 426

### NÍQUEL QUÍMICO PARA APLICAÇÕES TÉCNICAS

- Depósito com alta dureza 650-700 HV 1000
- Maior resistência ao desgaste
- Baixo teor de fósforo
- Depósito com tensão compressiva
- Ampla faixa de temperatura operacional
- Ótima estabilidade
- Facilmente soldável

## ENTHOBRITE Q 561

### ABRILHANTADOR DE ZINCO PARA BANHOS COM BAIXO A MÉDIO TEOR DE CIANETO

Para gancheiras e tambores rotativos

- Melhor distribuição do depósito
- Ótima ductilidade do depósito
- Controle simplificado do banho
- Não contém complexantes nem quelantes

## ENTHONE UDYLITE • SEL-REX DWK



ORWEC  
QUÍMICA S/A

Tecnologia em Acabamentos de Superfícies

SÃO PAULO: Fone: (011) 291-1077  
 Fax: (011) 264-0878 / Telex: 1162058  
 RIO DE JANEIRO: Fone: (021) 580-4773  
 Telex: 2132715  
 REPRESENTANTES:  
 RIO GRANDE DO SUL:  
 - GALVA - Fone: (0512) 31-2626  
 Fax: (0512) 31-4598 - Telex: 512345  
 SANTA CATARINA  
 - INTRASUL - Fone: (0474) 25-3103  
 Telex: 475280

# Dois aspectos importantes na serigrafia: – o meio ambiente – a técnica

Gary A. Weidner

*Traduzido por Ligia Garcia Martin, supervisora do departamento de PCB, da Orvec Química S.A., de São Paulo. - Março/90*

Quando falamos em controle do meio ambiente na sala de impressão, nos referimos a temperatura constante, umidade e fluidez do ar. A temperatura na sala de impressão deve ser de 21°C. Mudanças extremas de temperatura têm um efeito negativo sobre a tela e podem causar a variação do tamanho da imagem. A umidade deve ser controlada a 50%. Umidade alta causa falhas na emulsão, o que acontece principalmente com telas em aço inox. Umidade baixa torna a emulsão quebradiça e cria eletricidade estática, atraindo assim partículas estranhas para a tela. O fluxo do ar deve ser constante e filtrado para minimizar o aparecimento de partículas. Qualquer partícula na superfície da tela ocasionará estragos na impressão da imagem.

É importante também o controle do meio ambiente na fabricação da tela. A flutuação de temperatura causará mudança no tamanho da imagem durante a fabricação da tela. A consistência do meio ambiente irá assegurar qualidade de reprodução, tanto na fabricação da tela quanto na impressão.

Com o estreitamento e a limitação das tolerâncias, é muito importante melhorar e controlar as técnicas de impressão. A chave para assegurar sucesso é a consistência.

Um dos erros mais comuns na impressão é o tensionamento impróprio da tela. Antes de se obter uma impressão de qualidade, é importante que a tensão da tela esteja correta. O tensionamento errado pode distorcer a imagem, eliminando detalhes da impressão, como: o alinhamento da imagem para a peça, que

será quase impossível.

Geralmente há duas indicações que mostram a perda de tensão da tela:

- 1) quando o operador precisa aumentar o "off contact";
- 2) quando o desprendimento da tela se torna vagaroso, obrigando o operador a reduzir a velocidade do rodo.

Para assegurar consistência durante o tensionamento da tela, utilize um tensiômetro. Siga os valores de tensão recomendados pelo fabricante. O valor é dado em newtons por cm<sup>2</sup>. Cada vez que uma tela é fabricada, a tensão deve estar dentro do valor específico para a malha da tela. Isto permite ao operador manter um "off contact" específico durante a impressão, a qual ele poderá reproduzir de tela para tela.

O "off contact" deve ser o mínimo para permitir que o desprendimento da tela acompanhe o rodo. Se a tela foi devidamente tensionada, e mesmo assim o desprendimento da tela é lento, poderá ser necessário aumentar o "off contact". Todavia, um "off contact" excessivo pode distorcer a imagem da tela e resultar numa impressão fraca. Quando ocorre impressão fraca, o operador normalmente aumenta a pressão do rodo, piorando mais ainda a situação da impressão. Alta pressão do rodo e alto "off contact" reduzem a vida útil da tela.

A imagem da tela deve sempre ser do tamanho apropriado ao quadro. A regra é: o quadro deve ter o dobro do tamanho da imagem. Se o quadro for muito pequeno para a imagem, o rodo necessitará uma pressão excessi-

va para vencer a tensão da tela próximo da borda do quadro. O resultado será novamente uma má qualidade na impressão.

O rodo deve ser afiado. Recomenda-se utilizar um rodo de dureza 70 Shore para impressão da imagem. Para impressão da máscara de solda (principalmente sobre estanho/chumbo), pode ser utilizado um rodo de dureza 60 Shore. O comprimento do rodo deve ser cerca de uma polegada mais longo do que o tamanho da imagem. Isto faz com que a pressão se torne uniforme.

Um excesso de borda do rodo causará uma curvatura no meio do mesmo, espalhando assim a imagem. O rodo deve ser paralelo à mesa ou ao quadro, para assegurar uma impressão uniforme. Para assegurar uma impressão fácil e consistente, observe os seguintes:

- a tela deve estar apropriadamente tensionada;
- assegure que o rodo, a imagem e o quadro estejam paralelos;
- use o mínimo de "off contact" e de pressão no rodo.

O aumento da complexidade dos circuitos em conjunto com o afinamento das linhas e a redução dos espaços tornam o controle do meio ambiente e as técnicas de impressão extremamente críticas.

A implantação da orientação acima ajudará o operador na melhoria da qualidade de seu produto.

## O autor

Gary A. Weidner, Especialista em Vendas Técnicas, da firma Enthone Inc., de West Haven - Connecticut - EUA.

# aletron

**Processos e Produtos  
Especiais para  
o Tratamento Químico ou  
Eletrolítico  
de Superfícies**



- Pré-tratamentos.
- Processos de Eletrodeposição de Metais.
- Pós-tratamentos, Cromatizantes, Tratamento de Alumínio.
- Fosfatizantes, Neutralizadores, Passivadores, Removedores de Tintas.
- Processos Especiais, Processos Químicos e Desplacantes.

- Óleos de Corte, Repuxo, Protetores e Vernizes.
- Tintas Anticorrosivas e Industriais.
- Máquinas para Solventes Cloradas TRI-PER.
- Instalações Automáticas.
- Tambores Rotativos.
- Máquinas de limpeza de Metais.

**aletron**

**ALETRON PRODUTOS QUÍMICOS LTDA.**


Rua São Nicolau, 210 - Diadema, SP  
Caixa Postal, 165 - CEP 09901

Telefones (011) 445-6296 / 445-6294  
Telex (011) 45022 NUAG BR

# QUEM DOMINA VÁRIAS TECNOLOGIAS NO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES NÃO PODE TER APENAS UMA FACE.

Veja a Cascadura por este lado. Nosso compromisso é atender clientes com o mais alto grau de qualidade que você pode encontrar. Para isso, não basta o controle final, separando o bem-feito daquilo que saiu errado. Qualidade começa na escolha de um processo, onde erros são quase impossíveis. Qualidade exige bom senso e conhecimento técnico profundo do processo e do equipamento do cliente. Por isso, a qualidade Cascadura começa na sua fábrica, quando nosso engenheiro de vendas vai até aí para estudar seu caso. Quando volta para a Cascadura, ele é seu representante, aquele que conhece melhor o seu caso. Assim, prazos e custos são analisados de maneira abrangente. E só um ponto não se discute: a qualidade. Ela é o resultado indiscutível de todo o processo de trabalho da Cascadura.

Filbricas: São Paulo/SP - Av. Moterrei, 825 e 908 - Tel. (011) 831-8555 - FAX (011) 831-4105 • Santo André/SP - Av. Industrial, 2074 - Tel. (011) 449-9700 • Diadema/SP - Rua Álvares Cabral, 263 - Tel. (011) 456-3007/5025 • Betim/MG - Rua Eng. Gerhard Eit, 715 - Tel. (031) 591-1022 • Simões Filho/BA - Via de Penetração B s/nº - Tel. (071) 594-7155 • Rio de Janeiro/RJ - Av. Sargento Sílvio Hotenbach, 501 - Tel. (021) 372-7720



Agora veja a Cascadura por este lado.  
Uma empresa com experiência de 40 anos no domínio de tecnologia para o tratamento de superfícies de componentes e equipamentos.

Utilizando os mais diversos processos e materiais, e apoiada por uma estrutura de pesquisa e desenvolvimento, a Cascadura proporciona resultados que podem aumentar a vida útil de uma peça em 10 ou até mesmo 20 vezes.

Além disso, faz beneficiamento de peças novas, seguindo especificações do próprio fabricante.

Para ficar cada vez mais próxima de seus clientes, a Cascadura opera atualmente nove fábricas, enquanto prepara a entrada em atividade de mais três unidades. E não pretende parar por aí. Experimente chamar a Cascadura em qualquer um dos telefones abaixo.

Só começando da melhor maneira é que você pode chegar ao melhor resultado.

**CASCADURA**   
INDUSTRIAL S.A.



**SINAL  
DE  
CONFIANÇA**

Av. Padre Arlindo Vieira, 2168 - CEP. 04166 - São Paulo (SP)  
Tel.: (011) 946-4136 - Telex: 11.55772

# Avaliação de camadas de ouro sobre níquel para conectores de telecomunicações

Maria Rosa S. de Velárdez e José Rocha Andrade Silva

Trabalho apresentado no Ebrats '89.

## Sumário

O presente trabalho é parte de um estudo dedicado a garantir a qualidade dos componentes eletromecânicos utilizados em equipamentos de telecomunicações, estudo esse que levou em consideração os conceitos fundamentais para garantia da qualidade total.

Após uma análise cuidadosa dos fatores que influem no resultado final, tais como matéria-prima (composição, processamento), máquinas e processamento mecânico, métodos de controle da qualidade do material base, e tendo-se superado os problemas decorrentes dos mesmos, deu-se continuidade ao trabalho dentro dos esquemas de qualidade total, dedicando-se, nesta fase, especial atenção à avaliação do acabamento como item crítico de funcionalidade eletromecânica e proteção da superfície.

O material base utilizado foi bronze fosforoso; a camada intermediária, níquel eletrodepositado; e a camada principal, uma liga de ouro-cobalto eletrodepositada. A escolha desta liga como camada principal deveu-se, principalmente, a uma análise da situação atual de mercado, de fornecedores, e do domínio tecnológico do processo de deposição no país. As conclusões do trabalho estão em concordância com testes similares preconizados por entidades internacionais de padronização como EIA e ASTM, acrescidas de valiosos resultados obtidos por métodos eletroquímicos que contribuem para tornar cada vez mais objetivas as avaliações.

## Introdução

Conector é um dispositivo eletromecânico que reúne considerável quantidade de materiais, operações mecânicas e processos. As condições de trabalho, o ambiente e as exigências de vida útil tornam bastante complexo o esquema de controle de qualidade até o produto final, porém, uma vez definidas as áreas de controle, é bem simples detectar os pontos críticos do conjunto.

O conector (Foto 1) é constituído por um corpo de material polimérico cujo processamento, por si só, compreende tantos passos quanto o das partes metálicas que constituem os contatos elétricos. Por esse motivo, desde o início, o dispositivo foi analisado sob os dois aspectos separadamente:

- o corpo polimérico como suporte mecânico;
- as partes metálicas como área funcional.

Quando ambos estiverem controlados, no que diz respeito a confiabilidade de processamento e métodos de controle de qualidade, o desempenho do conjunto estará garantido quase em sua totalidade.

O conjunto como um todo é avaliado exaustivamente, sob o aspecto funcional, através de normas elaboradas por entidades internacionais, nacionais e fabricantes. Porém, cada dia mais, as exigências de vida útil dos equipamentos conduzem a um comprometimento maior dos materiais envolvidos. Assim, no caso dos contatos, os requisitos elétricos e mecânicos são associados ao meio am-

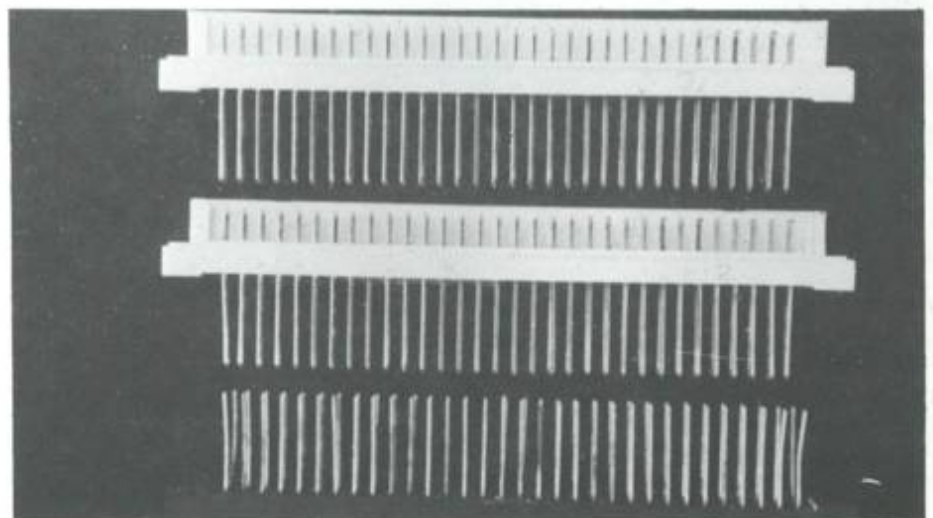


Foto 1 - Conector

biente em que desempenham sua função e tal combinação exerce efeitos cuja detecção precoce deve ser realizada com o auxílio de ensaios específicos. Dentro dessa categoria de ensaios específicos, fica enquadrado o resultado do presente trabalho.

## Definição do objeto de estudo e condições de contorno

Os terminais em estudo, macho e fêmea, constam de áreas dedicadas a diferentes funções (Fotos 2 e 3).

As áreas de contato são submetidas ao atrito devido às inserções, cujo número depende de exigências de projeto, previsão de funcionamento e vida útil, sendo, por esse motivo, objeto de rigoroso controle quanto às propriedades mecânicas e à manutenção de propriedades elétricas.

As áreas de "wire-wrap" e solda, não por menos exigidas quanto ao atrito, são menos visadas já que elas devem manter bom desempenho quanto à soldabilidade e contato, mesmo após algum tempo de estocagem.

A escolha do ouro como acabamento para os terminais teve basicamente dois motivos: inércia química perante os agentes corrosivos comumente existentes na atmosfera e baixa resistência de contato. Para aproveitar essa inércia química, o ouro deve ser aplicado em camadas que impeçam a penetração de íons até o substrato ou a camada intermediária. Definir a espessura limite para garantir um desempenho satisfatório nas condições especificadas pelo projeto é a finalidade desse estudo.

- Os conectores são submetidos a um número elevado de inserções que, segundo o equipamento, vai de 100 a 500 durante a vida útil dos equipamentos.
- O estoque previsto é de seis meses.
- O ambiente de trabalho pode ser totalmente controlado para alguns equipamentos com exposição ao ambiente marítimo ou industrial. Isto significa presença de íons cloreto ou sulfato, ou ambos.
- Durante o funcionamento do conector, uma corrente passa através do mesmo, favorecendo a passagem de íons através das falhas da camada de ouro. Essa corrente que passa por cada pino gira em torno de 200 mA com um valor máximo especificado de 1000 mA.

Todas as condições citadas foram levadas em conta para a preparação dos testes de avaliação.

## Procedimentos e testes

A avaliação da camada de ouro deve ser realizada sob dois pontos de vista:

- do comprador do processo de eletrodeposição;
- do comprador de componentes eletromecânicos.

Sob o ponto de vista da qualidade do processo, aspecto este que interessa ao empresário que compra o acabamento de superfície, existe uma quantidade bem conhecida em especificações, cujas exigências variam segundo a aplicação prevista.

Nesta fase, a avaliação é realizada sobre corpos-de-prova específicos com a finalidade de avaliar a

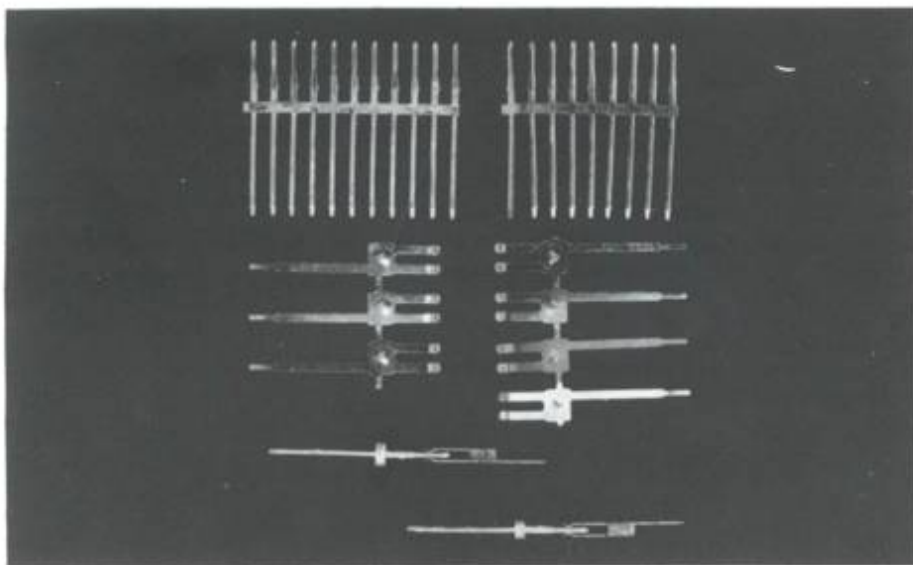


Foto 2 - Terminal em tira

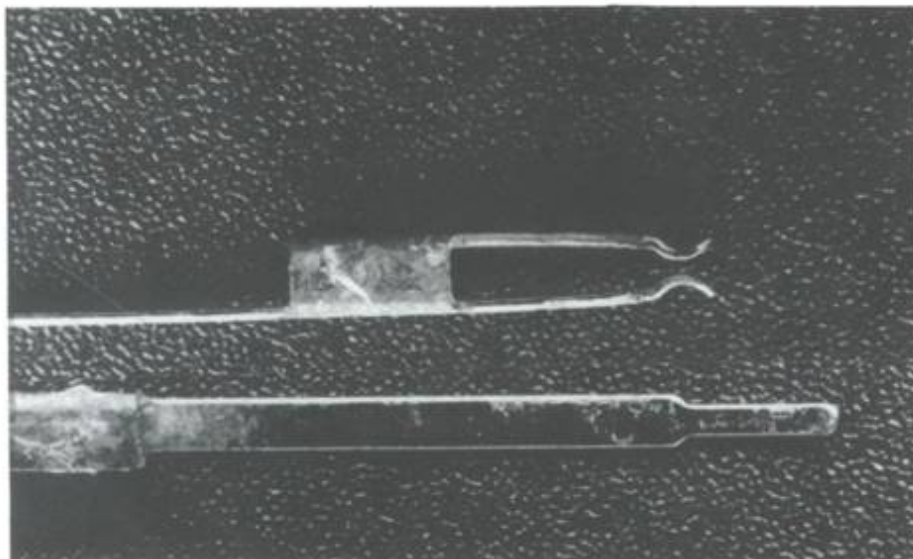


Foto 3 - Terminais macho e fêmea



## Eletrônica

qualidade do processo, e, com base nesses resultados, proceder à homologação do fornecedor.

Obter a mesma qualidade homologada, quando o acabamento é aplicado na peça específica, deve ser a meta, já que o comprador do produto final é quem dará a última palavra ao avaliar o desempenho funcional e a expectativa de vida útil do acabamento como parte integrante do dispositivo e dos componentes eletromecânicos.

Obter uma correlação de resultados entre os testes aplicados em corpos-de-prova e em dispositivos eletromecânicos utilizados em equipamentos desenvolvidos pelo CPqD, foi o que orientou o estudo descrito a seguir:

### Descrição do trabalho

#### Parâmetros de interesse

Devido ao tipo de dispositivo e às exigências de trabalho em campo, o acabamento deve reunir as seguintes características:

- elevada dureza > 180 Vickers;
- baixa rugosidade < 0,8  $\mu\text{m}$ ;
- elevado poder de cobertura;
- baixa resistividade;
- inércia química.

Por outro lado, em função do elevado custo do material, torna-se importante conhecer o limite de confiabilidade para uma camada específica.

#### Material base

Foram preparados três tipos de corpos-de-prova:

- chapas de bronze fosforoso;
- terminais tipos macho e fêmea de bronze fosforoso;
- conectores montados com os terminais descritos acima.

#### Ensaio preliminares

Antes de preparar os corpos-de-prova com o acabamento de superfície especificado, foram realizados os seguintes ensaios:

- análise química para detectar a composição da liga;
- rugosidade superficial dos terminais, de acordo com especificações internacionais.

Os resultados obtidos constam na Tabela 1.

Composição química *				Rugosidade
Sn	P	Fe	Cu	0,4 < 0,80 **
%	%	%	%	
7,38	0,24	n.e.	restante	
* Composição dentro da especificação de bronze fosforoso para conectores				** Exceto dois valores excepcionalmente superiores devido às dimensões reduzidas da área medida com relação ao apalpador.

### Tratamento de superfície

Para definir as camadas de ouro que deveriam ser avaliadas, foi realizado um levantamento com material classificado em nível internacional em vários graus de desempenho, e foram medidas, por refração de raios X, as espessuras da subcamada de níquel e da camada de ouro (Tabela 2). Uma análise dos resultados obtidos permitiu estabelecer faixas de espessura que definiriam categorias, sendo considerado o valor inferior como o determinante de cada nível, e o superior limitado por considerações de ordem financeira, controlados também por parâmetros do processo de deposição. Os valores definidos constam na Tabela 3.

Tabela 3 - Faixas de espessura de camada de ouro.

Nível	Espessura mínima ( $\mu\text{m}$ )
1	0,4
2	0,6
3	0,8
4	1,2
5	2,0

A espessura de níquel escolhida foi de 2 a 4  $\mu\text{m}$  e o flash de ouro de 0,2 a 0,4  $\mu\text{m}$

Fabricante	Especificado *			Medido (mín. e máx.) *		
	Au	Ni	Au (flash)	Au	Ni	Au (flash)
A	ne	ne	ne	0,41 a 0,43	1,05 a 4,00	0,04
B	0,80	1,25	—	0,61 a 0,78	1,05 a 1,76	—
C	1,25	2,5	—	1,50 a 1,58	1,90 a 3,66	—
C	0,75	2,5	—	0,80 a 0,95	0,45 a 2,74	—
D	0,80	1,27 a 3,00	—	0,70 a 0,74	1,31 a 1,83	0,08 0,01
E	2,00	0 a 2,00	—	1,48 a 3,67	0,08 a 2,00	—

\* Medidas em  $\mu\text{m}$

## Corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram preparados de forma tal que, para cada ensaio, fosse possível escolher um mínimo de nove exemplares agrupados de três em três para cada nível estudado. Nos casos de indefinição foram repetidos todos os testes.

## Ensaio realizado

1. Névoa salina
2. Vapores de ácido nítrico
3. Ensaio eletroquímico

Os ensaios 1 e 2, executados com uma composição e equipamentos idênticos aos especificados em normas (1), tiveram alguma modificação quanto à duração, sendo esta modificação realizada com objetivo de tornar a interpretação dos resultados mais clara. Nesse sentido, a combinação com o ensaio 3 permitiu estabelecer uma boa correlação entre o desempenho observado nos corpos-de-prova especialmente preparados para testar o processo e os terminais já montados nos conectores.

## Bases da correlação

Os fundamentos da correlação entre os resultados observados nas chapinhas e os conectores, estão ligados diretamente à formação cristalina da liga Au-Co e à disposição dos átomos dentro da rede. Existem, por exemplo, relações diferentes para ligas de Au-Ni, que justificam a diferente dureza de ambas as ligas eletrodepositadas (120 Vickers para Au-Ni e 200 Vickers para Au-Co). Sem dúvida, o "empilhamento" tende a ser mais denso à medida que cresce a espessura da camada.

Uma outra análise, que deve ser realizada, diz respeito ao tipo de íons agressivos do meio ambiente que poderiam vir a penetrar através do retículo cristalino do Au.

Quando próximos ao mar, os equipamentos estão submetidos ao ataque de cloretos; em regiões industriais o íon agressivo é  $\text{SO}_4^{2-}$ . Os mecanismos de ataque devem estar controlados por velocidade de reação e tamanho dos íons e, para obter alguma informação a respeito, foram realizadas experiências eletroquímicas em soluções com concentrações de  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  semelhantes às encontradas nos ambientes problema.

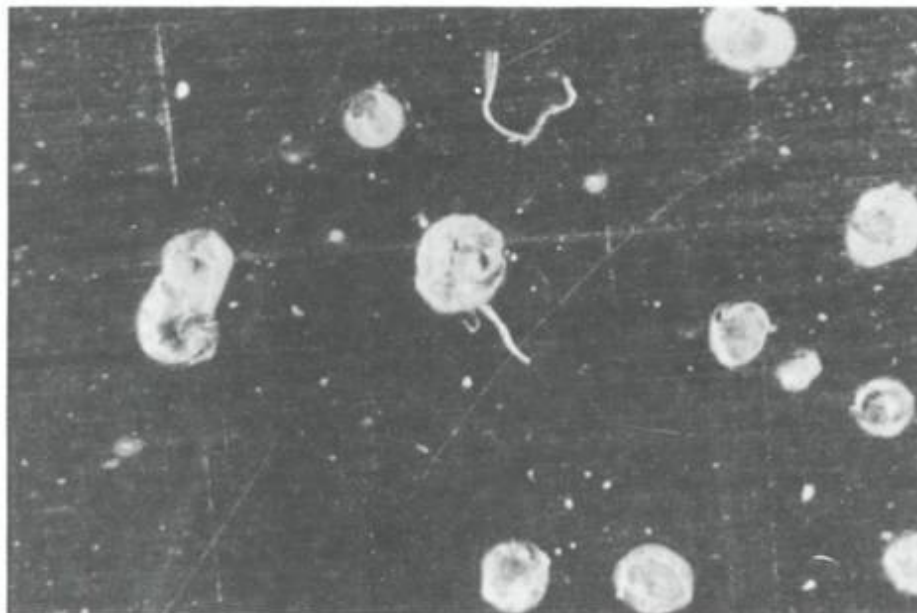


Foto 4 - Chapa de bronze fosforoso com 0,8  $\mu\text{m}$  de camada de ouro e 2  $\mu\text{m}$  de subcamada de níquel. Após exposição de 2 h a vapores de  $\text{HNO}_3$

## Descrição dos ensaios

O material, Foto 4, foi submetido ao ensaio de névoa salina durante 48 horas, tendo por objetivo colocar as peças nas mesmas condições que as exigidas para o desempenho pela norma IEC.

Antes e depois de realizar o ensaio, foram executadas medidas elétricas e mecânicas. As medidas elétricas consistem em medir a resistência dos contatos elétricos após um tempo de exposição aos íons cloreto; um aumento da resistência poderá indicar formação de óxidos ou produtos de corrosão na superfície. Para evitar distorções, devidas à presença de sal, é importante a lavagem após o ensaio com água corrente durante 5 minutos e o enxague com água deionizada.

Os testes mecânicos consistem em submeter os conectores já montados a inserções, utilizando o par macho-fêmea. O objetivo deste ensaio é verificar a resistência ao atrito do acabamento. Neste caso o ensaio de névoa salina funciona como um revelador de falhas: riscos e arrancamentos da camada de ouro. Testes com  $\text{SO}_2$  podem também ser aplicados como reveladores.

Algumas especificações e normas recomendam o ensaio de  $\text{SO}_2$

como teste de porosidade da camada de ouro. Neste trabalho, foi escolhido o  $\text{HNO}_3$  na forma de vapor, como indicado pelas normas ASTM, Military Standard, EIA. Visando evitar a subjetividade da apreciação dos resultados, foram utilizados apenas critérios diferentes para a interpretação dos resultados. Estes critérios estão baseados na dificuldade para definir qual é o tamanho mínimo de poros que deve ser considerado e a quantidade mínima aceitável para diferentes camadas de ouro. A aplicação sistemática de teste e a observação dos efeitos com aumento de vinte vezes permitiram elaborar algumas recomendações.

## O ensaio de $\text{HNO}_3$ (vapor)

Para a execução do ensaio foi seguida a norma EIA específica para porosidade em conectores. A câmara de ensaio consiste num dessecador com a placa de porcelana na posição normal. Os suportes de corpos-de-prova apoiados sobre essa placa são de um polímero resistente ao ácido nítrico. O ácido nítrico utilizado deve ser P.A. A preparação da câmara obedece alguns requisitos como:

- altura do líquido ( $\text{HNO}_3$ ) 2 a 3 cm;
- relação superfície do líquido/volume livre da câmara = 1/25;

## Eletrônica

- evolução dos vapores com câmara fechada por 30 min antes do ensaio.

Os corpos-de-prova foram preparados da seguinte forma:

- desengraxados em solvente orgânico e lavados em água deionizada;
- secos em estufa a 60°C durante 10 min.

Os primeiros ensaios foram realizados submetendo-se terminais e chapas a duas horas de exposição aos vapores de ácido nítrico. Após esse período, os resultados são observados ao microscópio. As Fotos 4 e 5, 6 e 7, 8 e 9, mostram as chapas e terminais com 0,8; 1,2; e 2  $\mu\text{m}$  de camada de ouro. Na área de contato, pode-se verificar inclusive que a presença de um único poro em área de contato prejudica mais de 10% da superfície útil. Isto pode significar diminuição da eficiência do terminal e, portanto, do conector.

Nesta primeira série de ensaios, pode-se verificar que o material com camada de 0,8  $\mu\text{m}$  não tem uma superposição de rede cristalina suficiente para resistir à penetração de íons através de seus interstícios quando exposto durante duas horas. O material com camada de 1,2  $\mu\text{m}$  não apresentou defeitos, da mesma forma que a camada de 2  $\mu\text{m}$ . Estes mínimos responderiam às exigências de um projeto que requeresse uma categoria de falha 0. Porém os estudos continuaram para estabelecer maiores definições de níveis e objetividade de avaliação. Nesse sentido foi utilizada a técnica eletroquímica de potenciometria.

**Ensaio eletroquímico**

Uma camada de ouro nada mais é do que a superposição de redes cristalinas. Por isto, quanto maior o número de superposições, maior o poder de cobertura e menor o tamanho dos poros.

Aplicando-se uma corrente elétrica contínua e constante através de uma superfície metálica recoberta com uma camada protetora de ouro, imersa em uma solução contendo íons, os íons terminarão por migrar através dos poros da camada protetiva, atingindo o metal base.

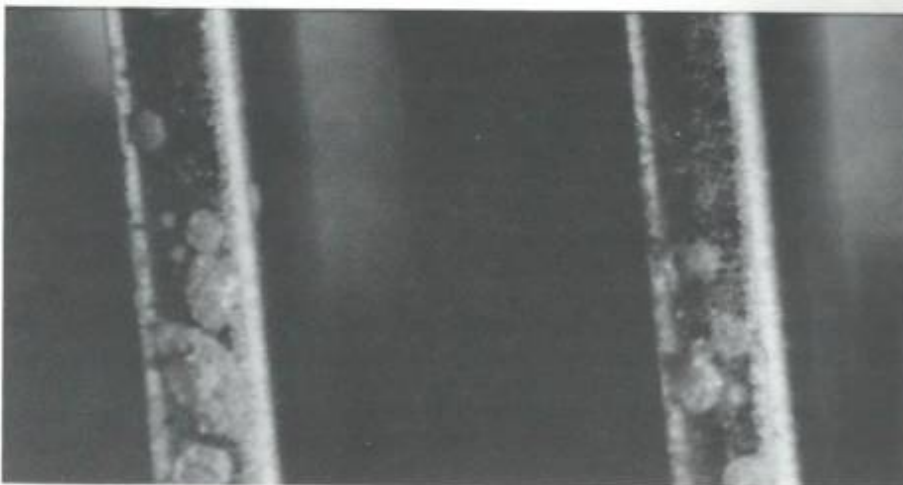


Foto 5 - Terminal de bronze fosforoso com 0,8  $\mu\text{m}$  de camada de ouro e 2  $\mu\text{m}$  de subcamada de níquel. Após exposição de 2 h a vapores de  $\text{HNO}_3$



Foto 6 - Chapa de bronze fosforoso com 1,2  $\mu\text{m}$  de camada de ouro e 2  $\mu\text{m}$  de subcamada de níquel. Após exposição de 2 h a vapores de  $\text{HNO}_3$

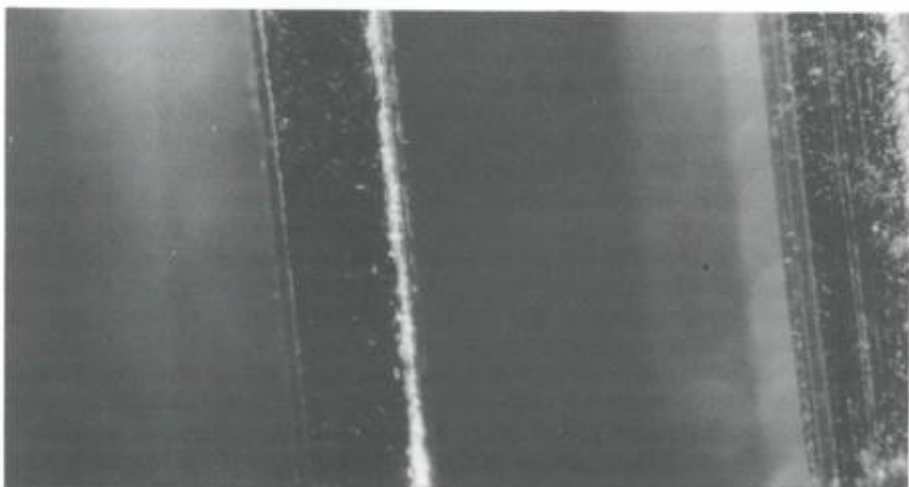


Foto 7 - Terminal de bronze fosforoso com 1,2  $\mu\text{m}$  de camada de ouro e 2  $\mu\text{m}$  de subcamada de níquel. Após exposição de 2 h a vapores de  $\text{HNO}_3$



Foto 8 - Chapa de bronze fosforoso com 2  $\mu\text{m}$  de camada de ouro e 2  $\mu\text{m}$  de subcamada de níquel. Após exposição de 2 h a vapores de  $\text{HNO}_3$

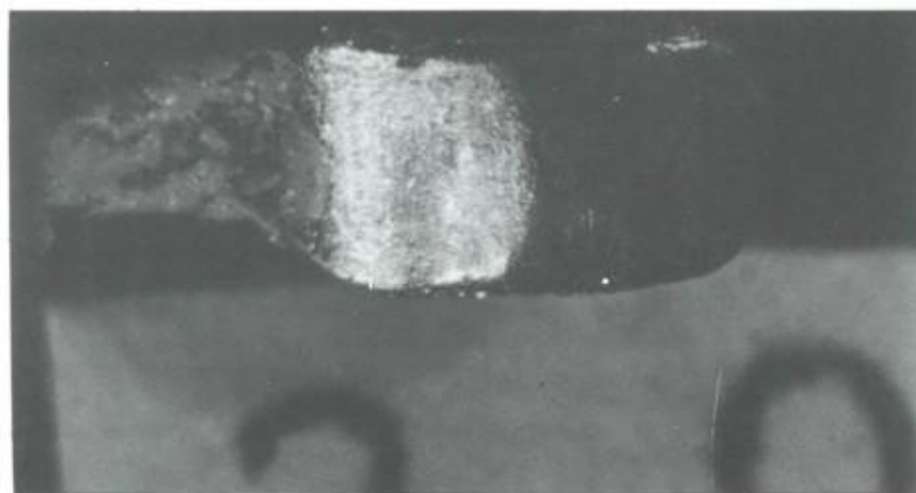


Foto 9 - Terminal de bronze fosforoso com 2  $\mu\text{m}$  de camada de ouro e 2  $\mu\text{m}$  de subcamada de níquel. Após exposição de 2 h a vapores de  $\text{HNO}_3$

Monitorando-se os valores de potencial elétrico do sistema acima descrito, ao longo do tempo, nota-se o seguinte comportamento:

- a) inicialmente obtém-se o valor de potencial característico da camada ouro na solução iônica na qual essa se encontra;
- b) esse valor de potencial tende a permanecer constante enquanto os íons da solução não atinjam, através dos poros da camada de ouro, o material metálico sob essa camada, gerando, dessa forma, um patamar na curva potencial X tempo, cujo comprimento deve ser proporcional ao desempenho protetor da camada de ouro. Isto é, esse patamar deverá ser tanto maior

quanto maior for a capacidade de proteção do revestimento metálico;

- c) quando os íons da solução atingirem a camada metálica imediatamente inferior à camada de ouro, o valor do potencial deverá sofrer uma mudança brusca, alcançando um valor intermediário entre os potenciais de ouro e do metal abaixo deste na solução em estudo;
- d) havendo, entre a camada de ouro e o material metálico base, uma camada intermediária, a curva potencial X tempo deverá descrever outro patamar, com o valor de potencial mantendo-se praticamente constante no valor encontrado ao final

da etapa descrita em c. Novamente o comprimento desse patamar deverá descrever o desempenho protetor dessa camada intermediária;

- e) quando finalmente os íons da solução encontrarem o metal base, o valor de potencial deverá sofrer uma última mudança brusca para um valor intermediário entre os potenciais do ouro, do metal intermediário e do metal base, passando a curva potencial X tempo a descrever, aproximadamente, o comportamento eletroquímico do material metálico base na solução iônica em estudo.

Dentro do exposto acima, foram realizados ensaios potenciométricos, buscando caracterizar comparativamente o desempenho das diferentes camadas protetoras, dentro das seguintes condições:

- corrente aplicada: 2mA;
- área exposta do corpo-de-prova: 1  $\text{cm}^2$ ;
- solução deaerada com nitrogênio;
- eletrodo de referência: eletrodo de calomelano saturado;
- eletrodo auxiliar: grafite.

Os resultados obtidos nessas condições para as camadas de ouro com espessuras médias de 0,6; 0,8; 1,2; e 2  $\mu\text{m}$  sobre bronze fosforoso, com camada intermediária de níquel, encontram-se traçados nos gráficos das Figuras 1, 2, 3, e 4 respectivamente.

Potencial X tempo 0,6  $\mu\text{m}$  NaCl 3%

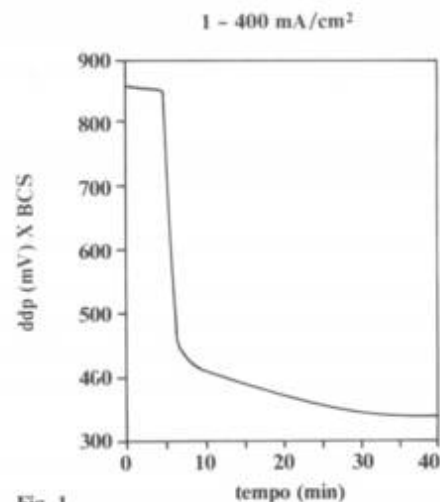


Fig. 1

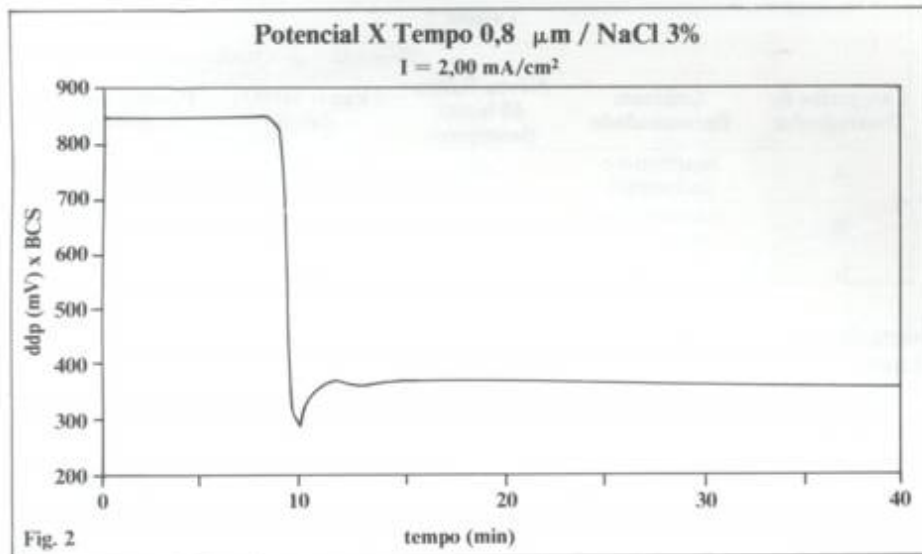


Fig. 2

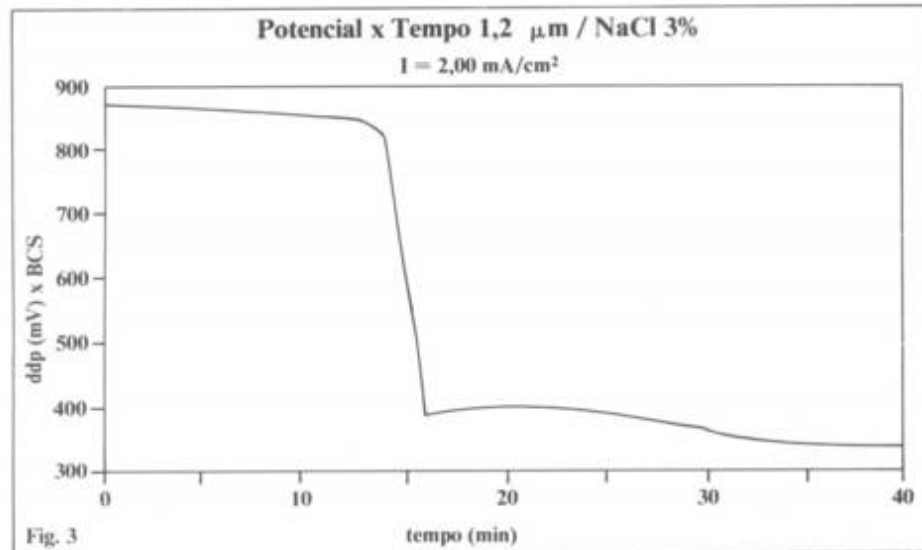


Fig. 3

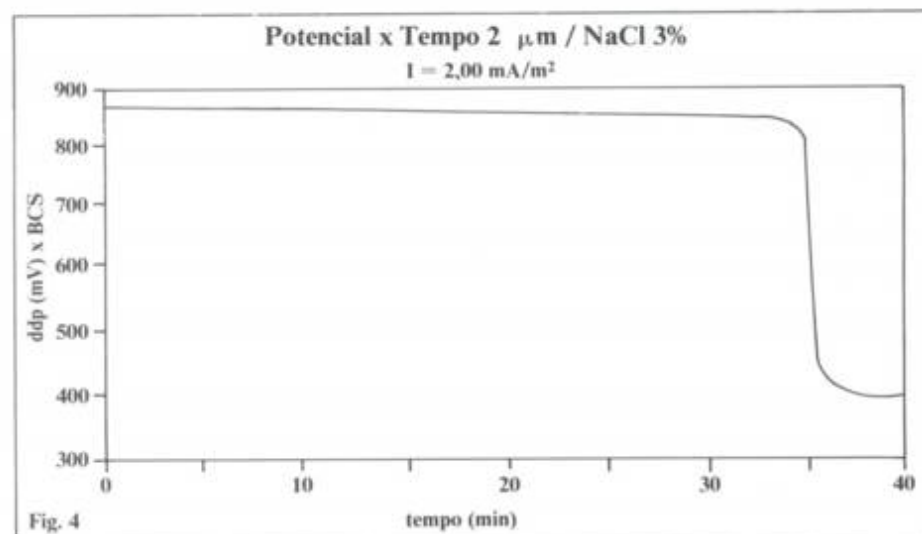


Fig. 4

Analisando-se esses dados, nota-se que o comprimento dos patamares referentes às camadas de ouro cresce proporcionalmente à espessura dessas camadas, com boa linearidade (Fig. 5).

Espessura (AU sobre Ni) x tempo  
NaCl 3%; I = 2,00 mA/cm<sup>2</sup>

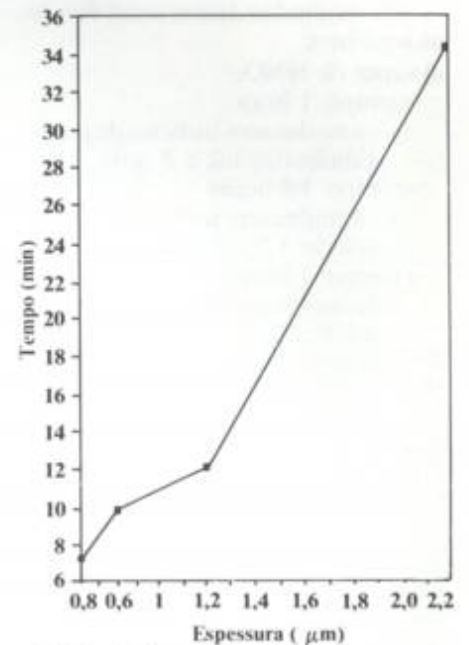


Fig. 5 - Gráfico tempo versus espessura para queda de potencial

Os tempos de teste necessários para cada valor de espessura de camada perder suas propriedades protetoras encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Tempo versus espessura de camada de ouro. Para queda de potencial a 2 mA

Espessura ( μm )	Tempo ( min )
0,6	4
0,8	7
1,2	12
2	30

## Outros ensaios realizados

Para uma confirmação dos dados obtidos, os corpos-de-prova (chapas, terminais e conectores montados) foram submetidos aos ensaios de HNO<sub>3</sub> durante os períodos de 1h, 1,5h e 2h e de névoa salina durante 48h, considerando-se diferentes quantidades de inserções. Isto revelou até que ponto o desgaste por atrito reduz a vida útil da camada de ouro.

Os resultados desses testes foram os seguintes:

### a) vapor de HNO<sub>3</sub>:

- tempo: 1 hora
  - camadas sem indícios de porosidade: 0,8; 1,2; e 2  $\mu\text{m}$ ;
- tempo: 1,5 horas
  - camadas sem indícios de porosidade: 1,2; e 2  $\mu\text{m}$ ;
- tempo: 2 horas
  - camadas sem indícios de porosidade: 1,2; e 2  $\mu\text{m}$  sendo que se observou que a camada com 1,2  $\mu\text{m}$  fica no limiar de sua resistência;

### b) névoa salina:

#### b.1) conectores novos:

- manchas esverdeadas para 0,4  $\mu\text{m}$  de camada;
- sem sinais de ataque para: 0,6; 0,8; 1,2; e 2  $\mu\text{m}$ .

#### b.2) conectores com 100 inserções:

- sem sinais de ataque para: 0,8; 1,2; e 2  $\mu\text{m}$ .

#### b.3) conectores com 200 inserções:

- sem sinais de ataque para: 1,2; e 2  $\mu\text{m}$ ;

#### b.4) conectores com 500 inserções:

- sem sinais de ataque na camada de 2  $\mu\text{m}$ .

## Comentários

Foi constatado que camadas de 0,6  $\mu\text{m}$  resistem aos efeitos de névoa salina, porém não às inserções, o que indica que não são recomendáveis para áreas de contato e atrito, mas podem ser utilizadas para "wire-wrap" e solda, já que o ensaio eletroquímico também indicou um tempo razoável (4min) antes de perder sua capacidade protetora.

A utilização de flash de ouro e de até 0,4  $\mu\text{m}$  não é recomendável para área de contato e, para "wire-wrap" e solda, dependerá exclusivamente das exigências de projeto, já que sua capacidade protetora pode ser consi-

Requisitos de Qualidade				
Categorias de Desempenho	Ambiente Recomendado	Névoa Salina 48 horas (inserções)	Vapor HNO <sub>3</sub> (horas)	Potenciométrico (minutos)
A	marítimo e industrial	500	2	30
B	marítimo ou industrial	200	1,5	12
C	controlado	100	1	7

derada nula e, devido a seu elevado custo, tornar-se antieconômica.

Conectores com camada de ouro de 0,4  $\mu\text{m}$  poderão apresentar, após um certo tempo em estoque, problemas de soldabilidade, por exemplo. Embora o trabalho tenha sido realizado com base em determinada liga de ouro eletrodepositada, os resultados dos testes funcionais, ambientais e de porosidade permitem extrapolar as conclusões para uma especificação geral de conector, já que a definição dos requisitos de desempenho para cada categoria estará determinando a qualidade exigida para cada aplicação específica (Tabela 5). Da mesma forma que um equipamento é projetado para condições de desempenho funcional e ambiental, existem outros que, embora também destinados a telecomunicações, estão projetados para trabalhar em condições controladas com exigências mínimas quanto às inserções, embora a expectativa de vida útil seja a mesma para ambos. Isto não diz respeito à qualidade de um dispositivo. A qualidade estará sempre ligada à satisfação do usuário, isto é, ao cumprimento dos requisitos mínimos por ele estabelecidos.

## Bibliografia

- Norma IEC nº 512 - 6, 1984
- Norma EIA nº 364 - 53
- Norma ASTM nº B 583 - 73

## Reconhecimento

Ao engº Otávio Severo do Amarante pela orientação na sistemática do estudo.

## Agradecimento

Aos colegas do laboratório de análise química e ensaios mecânicos pelo apoio incondicional à execução deste trabalho.

## Os autores



Maria Rosa Sequeira de Velárdez, argentina, radicada no Brasil desde 1973, estudou na Universidade Nacional de Tucumán, Argentina, formando-se bacharel em Química pela UNICAMP.

Autora e co-autora de vários trabalhos na área de tratamentos de superfície. Trabalha, atualmente, como especialista em materiais na Área de Tecnologia de Empacotamento Eletromecânico do Departamento de Insumos Tecnológicos, do CPQD-Telebrás.

José Andrade da Silva é graduado em Engenharia Operacional Mecânica (1977) pela Faculdade de Engenharia Industrial de Itatiba (Estado de São Paulo), área de Processos e Fabricação Mecânica. Técnico Sênior de Laboratório no CPQD/Telebrás, na área de Ensaios Mecânicos, Metalográficos e Análise Dimensional desde agosto/1987. Supervisor do Controle de Qualidade de Recebimento de Materiais, Técnico de Desenvolvimento de Ensaios, Amostras e Fornecedores (1976-1987) na cobrança S/A. Supervisor da área de Controle de Qualidade, Análise Dimensional e Ensaios Mecânicos (1975-1976) na Tornitec Usinagem de Peças.

# Efeitos da corrente pulsada sobre as propriedades de cromo eletrodepositado

Trevor Pearson e Keith Dennis *Reproduzida com autorização da Plating & Surf. Fin. 76, nº 11, 64-69 (nov. 1989). Tradução e adaptação de Alfredo Levy.*

Pulsar a corrente diminuiu a tensão interna de cromo eletrodepositado em banhos catalisados por sulfato e reduziu ou eliminou a fissuração. Houve uma redução de brilho, mas melhorou o rendimento catódico. Sob algumas condições, houve indução à codeposição de hidreto de cromo. O rendimento catódico de dois banhos comerciais ficou reduzido quando a corrente foi pulsada a uma frequência de 100 Hz, mas aumentou a frequências mais elevadas. A dureza dos depósitos de todos os três banhos utilizados aumentou com o aumento da frequência da pulsação.

Em algumas referências à utilização de corrente pulsada para a deposição de cromo alega-se que, sob certas condições, é possível obter depósitos isentos de fissurações. Faust, Schaer e Semones<sup>1</sup> utilizaram corrente pulsada para depositar cromo diretamente sobre alumínio. Obteve-se uma boa aderência do depósito, em consequência da redução de tensão produzida pela pulsação da corrente. Knodler<sup>2</sup> descobriu que o pulsar da corrente produzia depósitos que tinham um teor elevado de hidrogênio e tendência a conter hidretos codepositados, mas não forneceu nenhuma explicação para estes fenômenos. O nosso estudo quanto ao efeito da pulsação de corrente sobre as propriedades de cromo eletrodepositado foi empreendido para tentar fornecer alguma explicação para estes fenômenos observados.

Os parâmetros da pulsação foram escolhidos levando em consideração os limites práticos da eletrodeposição pulsada quando ela é apli-

cada comercialmente. A frequência máxima aplicada foi limitada pelos efeitos capacitivos da dupla camada na interface eletrodo/eletrolito. Estes efeitos foram discutidos detalhadamente por Puippe e Ib<sup>3</sup>. O cromo é depositado a densidades de corrente mais elevadas que a maioria dos outros metais, de modo que é possível utilizar frequências mais elevadas com soluções de deposição de cromo sem provocar um achatamento farádico. O tempo de carga foi estimado ser 50  $\mu$ s para todas as três soluções utilizadas, a uma densidade de corrente de 40 A/dm<sup>2</sup>. Isto foi avaliado calculando-se o tempo para que o potencial catódico alcance 95% do valor de estado constante, a base de um traçado osciloscópico da forma de onda, medida com relação a um eletrodo de calomelano padrão (ECP). Escolheu-se a frequência máxima para que fornecesse um período de pulso de, no mínimo, três vezes o tempo de carga. Isto limitou a frequência máxima a 3000 Hz. A frequência mínima de 16 Hz foi a mais baixa que podia ser obtida com a unidade de deposição pulsada disponível.

A escolha do ciclo de trabalho\* para a deposição de cromo é limitada, principalmente, pelas altas densidades de corrente que são normais para este processo. A corrente pulsa-

da, geralmente, tem um efeito mais pronunciado sobre as propriedades do depósito com ciclos de trabalho baixos, já que aí se apresenta a maior divergência em relação à corrente contínua. Todavia, para uma velocidade de deposição fixa, a corrente de pico aumenta exponencialmente com uma redução no ciclo de trabalho. Por isto, um ciclo de trabalho abaixo de cerca de 50% não se torna prático, em vista das limitações do retificador.

Para os fins de nosso estudo, adotou-se um ciclo de trabalho de 50% para a maioria dos experimentos, a fim de limitar o número de variáveis. Observou-se e registrou-se o efeito da variação da frequência dos pulsos sobre as propriedades do depósito. As variações de frequência alteraram tanto o tempo ligado como o tempo desligado, mas as densidades de corrente média e de pico foram constantes.

## Procedimento experimental

Uma solução de eletrodeposição, preparada com 250 g/L de ácido crômico e 2,5 g/L de ácido sulfúrico, foi eletrolisada a 10 A-h/L, para formar um pouco de cromo trivalente. Uma segunda solução, catalisada com íons de sulfato e de fluossilicato<sup>a</sup>, foi também eletrolisada antes de nossos experimentos. Como nosso terceiro eletrolito experimental, adotou-se um novo banho comercial<sup>b</sup> de alta eficiência, isento de fluoretos, que deposita um cromo mais brilhante que as outras soluções.

\*) N. Trad.: "Ciclo de trabalho" (inglês: "duty cycle"); relação entre o tempo durante o qual o sistema está energizado: "tempo ligado" ( $T_{lig}$ ) (inglês: "time on") e a duração total do ciclo: tempo ligado + tempo desligado ( $T_{desl}$ ) (inglês: "time off"); Ciclo de trabalho =  $T_{lig}/(T_{lig} + T_{desl})$

## Eletr deposição

Escolheu-se para o estudo uma unidade para deposição pulsada<sup>c</sup> com nove canais, que podia ser programada com freqüências de pulso de 16 a 4999 Hz e com ciclos de trabalho de 5 a 99%. Aplicou-se uma densidade de corrente média constante de 40 A/dm<sup>2</sup>. A temperatura foi constante, a 54°C.

A tensão dos depósitos do banho catalisado com sulfato foi determinada pela técnica de Hoar e Arrowsmith<sup>d</sup>, que utiliza uma tira fina de aço revestida em um dos lados, e cuja flexão é impedida pela aplicação de uma força eletromagnética externa, que impede o alívio da tensão. A parte de cima do corpo-de-prova está presa a um núcleo de ferro doce, a inferior é fixada. Quando do início da deposição, aplica-se corrente a células solenóides montadas em posições adequadas, e controla-se-a continuamente para impedir a flexão da tira. A corrente da bobina pode ser convertida em uma força de reposicionamento por meio de um gráfico de calibração adequado, que pode ser utilizado para calcular a tensão interna média. Esta técnica foi utilizada para determinar a tensão de depósitos produzidos com corrente contínua e por corrente pulsada nas freqüências de 2500 Hz e 100 Hz, com ciclos de trabalho de 50 e de 70%. Após a deposição, examinaram-se as peças de ensaio com um microscópio óptico quanto a fissuras.

Revestiram-se amostras planas de aço doce com uma média de 30  $\mu\text{m}$  de cromo, utilizando um ciclo de trabalho fixo de 50%, enquanto se variava a freqüência dos pulsos aplicados, a fim de inspecionar a aparência visual dos depósitos. A topografia da superfície foi examinada, utilizando microscopia eletrônica de varredura (SEM). As fissuras nas amostras, sem ataque químico, foram contadas sob um microscópio óptico com uma escala de 200  $\mu\text{m}$ . As fissuras que atravessavam a escala foram contadas e convertidas para fissuras/cm.

As amostras descritas acima foram submetidas a análise com raios X, dentro de uma hora após a deposição, a fim de identificar quaisquer fases de hidretos. Utilizou-se um difratômetro de raios X Phillips com uma fenda de entrada de 4°, radiação Cu K $\alpha$ , uma fenda divergente de 1°, um filtro de níquel, um detector contador proporcional e uma faixa de exploração de 35 a 90°. Os picos foram indexados utilizando-se valores publicados para os parâmetros de retículo. As estruturas dos depósitos foram determinadas a partir destes picos.

A microdureza foi medida sob uma carga de 100 g. Cada um dos

valores registrados em um gráfico, mostrado abaixo, é a média de 8 medidas. O rendimento catódico foi determinado pesando-se placas de aço antes e após o revestimento e comparando o peso do depósito com o peso esperado para um rendimento de 100%. Não era possível utilizar um coulômetro de cobre para a medição dos coulombs, pois ligá-lo em série introduziria uma capacitância adicional e distorceria a forma de onda farádica aplicada. Por isto, os coulombs supridos foram calculados de uma base corrente-tempo, utilizando um medidor analógico.

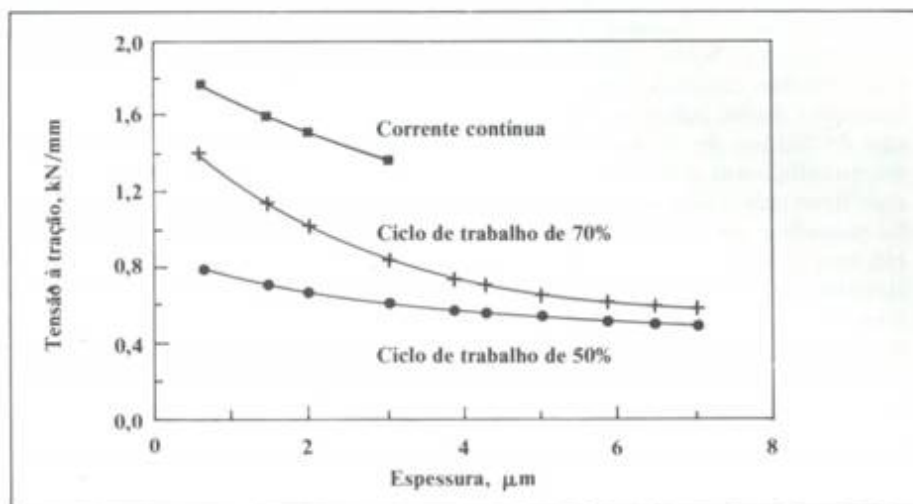


Figura 1 - O efeito da pulsação de corrente à freqüência de 100 Hz e de ciclos de trabalho de 50% e de 70% sobre a tensão de depósitos do banho catalisado com sulfato.

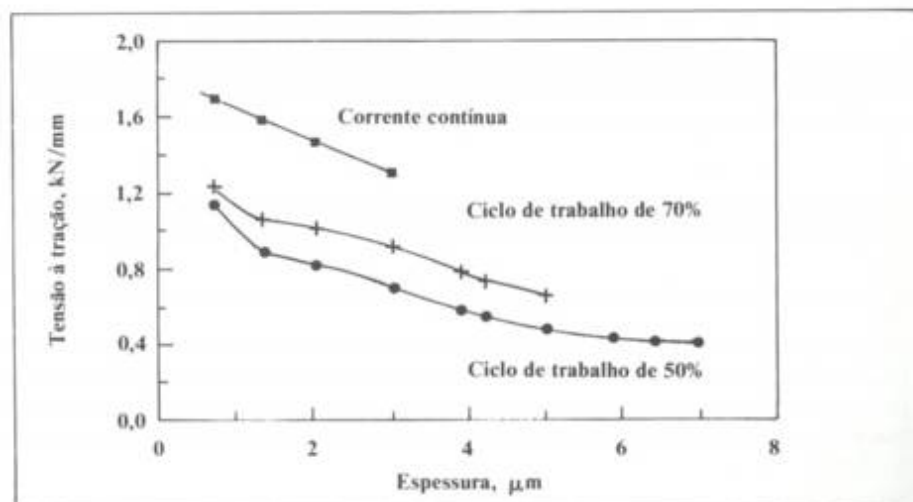


Figura 2 - O efeito da pulsação de corrente à freqüência de 2500 Hz e de ciclos de trabalho de 50% e de 70% sobre a tensão de depósitos obtidos do banho catalisado com sulfato.

<sup>c</sup>Chromefast C, W. Cannings Materials Limited, Birmingham, Inglaterra.

<sup>d</sup>Mach 1, W. Cannings Materials Limited.

<sup>e</sup>Modelo P.D.M. 2040, J.C.T. Controls Ltd., Wimborne, Dorset, Inglaterra.



# Eletrodeposição

## Resultados

As Figuras 1 e 2 mostram que a aplicação de pulsos de corrente reduziu a tensão de depósitos obtidos no banho catalisado com sulfato. Um ciclo de trabalho de 50% causou uma maior redução de tensão do que um ciclo de 70%. Depósitos obtidos a 100 Hz mostraram, quando examinados microscopicamente, microfissuras. Este fissuramento poderia ter causado algum alívio de tensão. Depósitos produzidos a 2500 Hz estavam porém isentos de fissuras, de modo que todo o alívio de tensão pode ser atribuído à pulsação de corrente. Em consequência dos dados nas Figuras 1 e 2, adotou-se para o resto do estudo um ciclo de trabalho de 50%.

De modo geral, a aparência dos depósitos melhorou com o aumento da frequência dos pulsos, mas nunca foi melhor do que a do depósito obtido com corrente contínua, conforme exposto na Tabela 1. O banho comercial isento de fluoreto produziu os depósitos mais brilhantes.

**Tabela 2**  
Efeito da frequência sobre a estrutura das figuras dos depósitos de cromo\*

Frequência Hz	Banho catalisado com sulfato	Banho catalisado com fluossilicato-sulfato	Banho catalisado com catalisador comercial, isento de fluoreto
16	Isento de fissuras	Isento de fissuras	Isento de fissuras
100	120	Isento de fissuras	Isento de fissuras
500	Isento de fissuras	Isento de fissuras	Isento de fissuras
1000	Isento de fissuras	Isento de fissuras	50
1750	Isento de fissuras	Isento de fissuras	70
2500	Isento de fissuras	Isento de fissuras	80
3000	Isento de fissuras	Isento de fissuras	120
Corrente contínua	200	400	350

\* Os números correspondem a fissuras/cm.

Todos os depósitos obtidos com corrente pulsada no banho catalisado com fluossilicato-sulfato estavam isentos de fissuras. Como mostrado na Tabela 2, todas as camadas depositadas com corrente pulsada do banho catalisado com sulfato estavam isentas de fissuras, excetuando as obtidas a uma frequência de pulsos de 100 Hz. Todos os depósitos obtidos com corrente contínua continham fissuras.

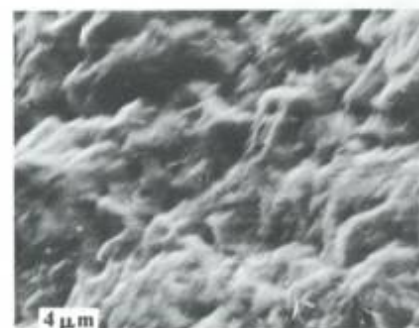
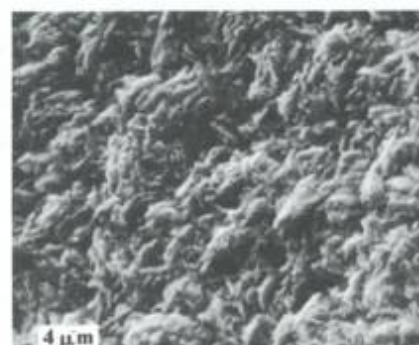
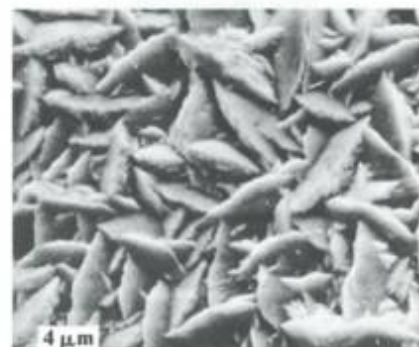


Figura 3 - A topografia de superfície obtida com corrente pulsada a 100 Hz e com um ciclo de trabalho de 50% para depósitos de um banho catalisado com sulfato (em cima), um banho catalisado com fluossilicato-sulfato (no meio) e um banho comercial isento de fluoreto (em baixo).

**Tabela 1**  
Efeito da frequência sobre a aparência dos depósitos de cromo

Frequência Hz	Banho catalisado com sulfato	Banho catalisado com fluossilicato-sulfato	Banho catalisado com catalisador comercial, isento de fluoreto
16	Semibrilhante	Semibrilhante	Semibrilhante
100	Fosco	Fosco	Fosco/semibrilhante
500	Fosco	Fosco/semibrilhante	Semibrilhante
1000	Fosco/semibrilhante	Semibrilhante	Brilhante
1750	Semibrilhante	Semibrilhante	Brilhante
1750	Semibrilhante	Semibrilhante/brilhante	Brilhante
2500	Semibrilhante	Semibrilhante/brilhante	Brilhante
3000	Brilhante e semibrilhante	Brilhante/semibrilhante	Brilhante
Corrente contínua	Brilhante	Brilhante	Brilhante



# alettron

## PRÉ-TRATAMENTOS

### 1. DESENGRAXANTES QUÍMICOS DE IMERSÃO

Berlex A Especial (para ferro)  
Berlex B (para cobre e latão)  
Berlex C (à jato para todos os metais)  
Berlex E (para graxas pesadas)  
Berlex T (neutro)  
Berlex FS (baixa alcalinidade)  
Radikal 1018 (para zamac)  
Desoxid O 200 (desengraxante-decapante alcalino)  
Radikal 2370 (para alumínio)  
Radikal 2370 NS (para alumínio, não espumante)  
Radikal 2360 (removedor de pastas e graxas à frio)  
Lavadox III (universal para todos os metais)  
Lavadox P-3 (para ferro, cobre e latão)  
Elfox NS (para ferro e aço extra-forte)  
Emulgant 75 (solvente desengraxante emulsionável)

### 2. DESENGRAXANTES ELETROLÍTICOS

Elfox G (universal sem cianeto)  
Desengraxante E (para ferro anod/cat)  
Desengraxante ES (para ferrugem leve)  
Radikal 1012 N (para todos os metais anod/cat)  
Desoxid EI 200 (decapante eletrolítico)  
Desengraxante cobreativo  
Elfox OC (para ferro em processos contínuos)  
Radikal 1018 (para zamac)  
Radikal B extra (para Fe, Cu e latão)  
Radikal KF MC (para Cu e latão)  
Dextron 5 (para ligas de cobre)  
Lakodex 4 (desengraxante/decapante para ligas de cobre)  
Dextron CN-4 (para ferro com cianeto)

### 3. DECAPANTES QUÍMICOS E ATIVADORES

Epwelin 76 (ácido com inibidor)  
Dekafox (desengraxante-decapante)  
Ferroxilín (ácido desengraxante)  
Terminox Fe (decapante-desengraxante sem hidrogenização)  
Terminox Zn (decapante-cromatizante para zamac)  
Terminox Al (decapante-desengraxante para alumínio)  
Terminox MC 2220 (decapante para cobre e latão)  
Desoxid Fe 250 (para remover óxidos)  
Desengraxante-Decapante K (para misturar com ácidos)  
Desengraxante-Decapante KA (para remover pó de decapagem)  
Ativador Universal T (decapante ácido em pó)  
Dekinox 100 (decapante para inox)  
Detapex (superativador para garantir aderência)  
Ativador Al (pré-tratamento para alumínio)  
Ativador Inox (pré-tratamento para inox)  
Ativador Zn (pré-tratamento para zamac)  
Desencap 5 (aditivo para ácido muriático)  
Desencap 6 (decapante pronto para uso)

## PROCESSOS DE ELETRODEPOSIÇÃO DE METAIS

### 1. COBRE

Cobre Toque Elpewe (cobre toque ou flash)  
Banho de cobre brilhante Elpewe Cu 60 (alcalino)  
Banho de cobre alcalino brilhante Berligal  
Cuprorapid Brilhante (cobre ácido brilhante)  
Banho de cobre "Grão fino Cu 63" (para rotogravura)

### 2. NIQUEL

Processo Elpelyt E 10 X (semi-brilhante com alto poder anticorrosivo)  
Processo de níquel brilhante Berligal (3 aditivos)  
Processo Elpelyt BAT 376 (níquel parado com aditivo único)  
Processo Elpelyt ROT 277 (níquel rotativo com aditivo único)  
Autofix (níquel frio fosco)  
Pretolux Ni (níquel preto)

### 3. CROMO

Ankor 1120 (autoregulável - alta penetração)  
Ankor 1130 (cromo preto)  
Ankor 1150 (cromo rotativo)  
Ankor 1111 (cromo duro 650-800 kp/mm<sup>2</sup>)  
Ankor 1124 (cromo micro-fissuário 200-800/cm)

### 4. ZINCO

Preflex 61 (10 g/l Zn, 21 g/l NaCN, 76 g/l NaOH)  
Preflex 83 (46 g/l Zn, 135 g/l NaCN, 135 g/l NaOH)  
Preflex 64 (17 g/l Zn, 42 g/l NaCN, 77 g/l NaOH)  
Preflex 65 (33 g/l Zn, 90 g/l NaCN, 78 g/l NaOH)  
Preflex 66 (40 g/l Zn, 108 g/l NaCN, 80 g/l NaOH)  
Preflex 92 (zinco ácido brilhante)  
Preflex 95 (zinco ácido brilhante sem amônia)  
Preflex Z-88 (zinco ácido em processo contínuo)

### 5. CADMIO

Cadix (brilhante parado/rotativo)

### 6. LATÃO

Triumph P (latão parado brilhante)  
Triumph R (latão rotativo brilhante)  
Salyt Latão Berligal (latão rot./parado)

### 7. ESTANHO

Estanho ácido brilhante Sn 70 (parado/rot.)  
Estanho ácido brilhante Sn 70-U (aditivo único)

### 8. ESTANHO/CHUMBO

Estanho Chumbo 6040 (liga ideal para soldar circuitos impressos)

### 9. FERRO

Banho de Ferro Elpewe

### 10. PRATA

Banho de Pré-Prateação  
Michelux (banho de prata brilhante)  
Silberstar (banho de prata duro brilhante)

### 11. OURO

Banho de ouro 1/4 Dukaten (24 kilats)

Diadema Au 120 (banho básico para ouro)

### 12. BRONZE

Banho de bronze brilhante 1575

### 13. PURIFICADORES PARA BANHOS ELETROLÍTICOS

Zn Fator P (para eliminar contaminações de Pb em Zn)  
Papel Zn Fator P (indicador da presença de Zn Fator P)  
Ni Fator P (purificador para Ni - para melhorar penetração)  
Ni Fator TR (purificador de contaminações orgânicas)  
Ni Fator F (purificador de ferro em banho de níquel)  
Ni Fator L (para precipitar Cu em banhos de Ni)  
Ni Fator K (para melhorar a penetração em banho de Ni)  
Zn Fator CR (para complexar contaminação de cromo em banho de Zn)  
Puritron Zn 2 (purificador extra forte para banhos de zinco)

## PÓS-TRATAMENTOS, CROMATIZANTES, TRATAMENTO DE ALUMÍNIO

### 1. CROMATIZANTES E PASSIVADORES

Berligal 73 (passivador eletrolítico para Ag, Cu e latão)  
Chromoxy Al Amarelo S (para alumínio)  
Chromoxy Zn Transparente (para zinco)  
Chromoxy Zn blau F (cromatizante azul para Zn)  
Chromoxy Colorido (cromatizante amarelo para Zn)  
Chromoxy Zn 476 (cromatizante brilhante para Zn líquido)  
Chromoxy K 300 (cromatizante amarelo concentrado para Zn)  
Chromoxy Zn oliva (cromatizante oliva para Zn)  
Chromoxy Cd 500 (cromatizante amarelo para cádmio)  
Chromoxy Cd brilhante (cromatizante para Cd)  
Chromoxy Cd oliva (cromatizante para Cd)  
Chromoxy MS (cromatizante para latão)  
Chromoxy Cu (cromatizante para Cu)  
Cromatizante Zn brilhante  
Cromatizante Zn - amarelo  
Cromatizante Zn - oliva  
Cromatizante Zn - preto  
Cromatizante Cd - amarelo

### 2. LINHA DE ALUMÍNIO

Alubrite 159 (polimento químico para Al)  
Decapante Alox (para Al)  
Banho de polimento G 6 (polimento eletrolítico para Al)  
Anodização GS (para Al)  
Elangold 111 (coloração amarela para Al)

# PROCESSOS E PRODUTOS ESPECIAIS PARA O TRATAMENTO QUÍMICO OU ELETROLÍTICO DE SUPERFÍCIES

## FOSFATIZANTES, NEUTRALIZADORES, PASSIVADORES, REMOVEDORES DE TINTAS

- FOSFATIZANTES**  
Berlifos Universal (fosfato de zinco com cristalização pesada)  
Berlifos A-73 (fosfato de zinco para autolubrificação na deformação à frio)  
Berlifos PT (cristais médios para pintura e trefilação)  
Berlifos Mn (fosfato de manganês para camadas antifricionantes)  
Berlifos L-56 (fosfato de zinco para laminação, trefilação etc.)  
Berlifos Micro (fosfato de zinco micro cristalino para boa aderência de tintas)  
Berlifos Micro 250 (micro-cristalina isenta de cristalização a olho nú)
- DECAPANTES À BASE DE ÁCIDO FOSFÓRICO**  
Terminox B (para remover leves camadas de ferrugem antes da pintura)  
Terminox FL (desengraxe, decapa e fosfatiza antes da pintura)  
Terminox FD (como Terminox FL mas com mais poder de desengratar)
- REFINADORES PARA CAMADAS DE FOSFATO**  
Refinador Berlifos (para fosfato de zinco)  
Refinador Mn (para fosfato de manganês)
- ACELERADORES E ADITIVOS PARA PRECIPITAR FERRO**  
Berlignal A-20 (para eliminar excesso de ferro no fosfatizante)  
Berlignal A-200 (como Berlignal A-20, mas em forma líquida)  
Berlignal A-94 (Reativador e Acelerador para fosfatizantes)
- PASSIVADORES E NEUTRALIZANTES**  
Berlineu CR (Passivador de cromatos após a fosfatização)  
Berlineu 274 (Passivador neutro após decapagem ou desengraxeamento)  
Berlineu 173 (Neutralizador alcalino após decapagem ácida)  
Berlineu 257 (Passivador alcalino após decapagem ácida)  
Berlineu B (Neutralizante antes da trefilação)
- SABÃO PARA DEFORMAÇÃO À FRIO**  
Berlilub A (Sabão à quente após a fosfatização para trefilação, extrusão, estampagem etc.)  
Berlilub DC 100 (emulsionável em água)
- REMOVEDORES DE TINTAS**  
Redil L (líquido para todos os metais)  
Redil A (para ferro)  
Redil (pastoso para todos os metais)
- ADITIVOS PARA CABINE DE PINTURA**  
Emulganth P (coagulador de tintas para cortina de água nas cabines de pintura)
- NEUTRALIZANTES PARA TRI- E PERCLORETIENO**  
Berlineu Tri Líquido (neutraliza e estabiliza)
- LIMPEZA DE ANODOS DE CHUMBO**  
Sal de Ativação Pb 2971

O tratamento químico ou eletrolítico de superfícies metálicas e não metálicas abrange uma ampla variedade de produtos químicos e produtos especiais, envolvendo tecnologia avançada para atingir os mais altos índices de proteção anticorrosiva e/ou efeitos decorativos nas formas fosca, semi-brilhante e brilhante.

Também a preparação dos metais antes de qualquer beneficiamento envolve tecnologia e know-how para a determinação dos desengraxantes químicos ou eletrolíticos, decapantes, ativadores, etc. a serem empregados a fim de possibilitar um resultado satisfatório, quando das operações poste-

## PROCESSOS ESPECIAIS, PROCESSOS QUÍMICOS E DESPLACANTES

- LINHA DE CIRCUITOS IMPRESSOS**  
Berlifix C.I. (fluxo de solda)  
Eirasant Cu 150 (removedor de cobre)  
Eirasant Cu Starter (Starter para removedor de cobre)  
Terminox C.I. 578 (Limpar de circuitos impressos)
- GALVANIZAÇÃO DE PLÁSTICO**  
Mordente Berlignal ABS (pré-tratamento para ABS)  
Mordente Berlignal P.E. (pré-tratamento para políester)  
Noviplat Berlignal (cobre químico)  
Ultraplant Ni-S 76 (níquel quím. alc.)  
Ultraplant Ni-S 8 (níquel quím. ácid.)
- NÍQUEL QUÍMICO**  
Ultraplant Ni-S 9 (para ferro, cobre, etc.)
- BRONZE QUÍMICO**  
Albronze
- ESTANHO QUÍMICO**  
Zinnsud WS
- PRATA QUÍMICA**  
Sudsilber
- OURO QUÍMICO**  
Diadema Au 500 (banho básico s/Au)  
Goldsud Ni (pronto para uso)
- OXIDAÇÕES DE METAIS**  
Pretolux Fe (oxidação negra para ferro)  
Pretolux Zn (oxidação negra para zamac e zinco)  
Pretolux Latão (oxidação negra para latão)  
Berlinox Latão (oxidação inglesa para latão)
- TRATAMENTOS ESPECIAIS**  
Filtrosal 714 (para banhos alcalinos)  
Filtrosal 17 (para banhos ácidos)  
Abrilux 77 (Reativador de brilhantes para Zn)
- INIBIDORES**  
Inibidor Berlignal Fe 300 (para ácido muriático)  
Inibidor Berlignal Fe 200 (para ácido sulfúrico)
- MOLHADORES ESPECIAIS E DETERGENTE**  
Molhador Ankor (para cromo)  
CR-571 (contra arraste de cromo)  
Berlidet (detergente universal)  
Molhador para banho alcalino  
Molhador para banho ácido
- SAIS DE POLIMENTO**  
Saponex Fe (para ferro)  
Saponex A (para níquel e ferro)  
Saponex C (para ferro, aço e níquel)  
Saponex K 51 (abrillantamento para Fe, Ni, Cu e suas ligas, ouro e prata)  
Saponex Zn (para zinco e zamac)  
Saponex Al (para alumínio)  
Saponex E (para ferro)
- DESPLACANTES QUÍMICOS**  
Sal Desplamet Berlignal Fe Tipo I (com NaCN, para Ni e Cu sobre Fe)  
Sal Desplamet Berlignal Fe Tipo II (sem NaCN, para Ni e Cu sobre Fe)  
Desplamet Berlignal MC Químico (para Ni sobre Cu e Latão)  
Desplamet Chromex (para Cr sobre Cu)  
Ni-Plex (para Ni sobre Cu, Fe e Latão)  
Desplacante Extrarapid (para gancheiras)

rios de eletrodeposição, fosfatização ou outros tratamentos químicos.

A escolha do processo mais adequado depende do conhecimento dos banhos existentes e das especificações de trabalho.

Os pós-tratamentos com cromatizantes, neutralizantes, passivadores, ou a aplicação de óleos protetores também requer o conhecimento das linhas existentes para a obtenção de um acabamento perfeito.

No sentido de facilitar a escolha dos processos mais indicados, para os quais pedimos solicitar os folhetos técnicos, apresentamos neste folheto nossa linha de produtos agrupados por função.

## 14. DESPLACANTES ELETROLÍTICOS

### ÓLEOS DE CORTE, REPUXO, PROTETORES E VERNIZES

- DESPLACANTES ELETROLÍTICOS**  
Desplamet Elpewe Eletrolítico HG (para Cr, Ni e Cu sobre Ferro incl. Ni semi-brilhante)  
Desplamet Elpewe Eletrolítico II (para Cr, Ni e Cu sobre Fe)  
Desplamet Berlignal Zamac Eletrolítico (para Ni sobre zamac)  
Desplamet AuAg (para ouro e prata)  
Desplamet Eletrolítico P (para Ni e Cu sobre Fe alc.)
- ÓLEOS DE CORTE**  
Gloriol (para automáticos - claro)  
Banalub (altamente aditivado - escuro)  
Grabulub (altamente aditivado para alta rotação)  
Banalub AZ 576 (óleo de corte claro)  
Extremol (altamente aditivado com molibdênio)  
Klarolub H-15 (óleo de corte sintético)  
Emulganth OS (óleo de corte solúvel)  
Cortisol K (óleo solúvel à base de óleo de mamona)  
Berlimol (aditivo de molibdênio)
- ÓLEOS DE REPUXO**  
DDC (óleo de repuxo com proteção anticorrosiva prolongada)
- GRAXAS**  
Graxa de contato (com 20% de Cu)  
Graxa de grafite G  
Hasulub (para a deformação à quente)
- SPRAY DE GRAFITE**  
Spray G 731 (usado junto com água)
- ÓLEOS PROTETORES**  
Protec Oil B 574 (baixa viscosidade/proteção temporariamente)  
Protec Oil DW (óleo protetor/desloca água sem emulsionar)  
Antonox 206 (para proteção duradoura)  
Resistol 1023 (óleo protetor altamente aditivado)
- REMOVEDORES DE ÁGUA**  
Repelan DF (sistema moderno para secar peças)  
Repelan DF Protect (deixa um filme protetivo)
- PROTECFILMES**  
Protecfilm Berlignal Fe 20 (à frio)  
Protecfilm Berlignal Fe 160 (à quente)
- ADITIVO CONTRA FOLIGEM**  
Pertaxol 276 (para óleo combustível)
- VERNIZES**  
Berlilack N.º 1 (para cobre, latão, prata, etc.)  
Aqualack N.º 1 (com solvente de água)  
Berlifix (com secagem lenta para cobre, latão e prata)

**ALETRON**  
**PRODUTOS QUÍMICOS LTDA.**  
Rua São Nicolau, 210 - DIADEMA, SP  
Caixa Postal 165 - CEP 09901 -  
Telefones: (011) 4456296 - 4456294  
Telex: (011) 45022 NUAG BR

## Eletródeposição

As Figuras 3 e 4 mostram morfologias de superfície típicas, reveladas por microscopia eletrônica de varredura (SEM). No caso de banho catalisado com sulfato, obteve-se, com corrente pulsada a 100 Hz, um aspecto de plaquetas entrelaçadas. Depositando-se o cromo nos outros banhos, sob as mesmas condições, observou-se uma textura superficial mais fina. A Figura 4a mostra a superfície nodular, porém isenta de fissuras, de um depósito obtido com uma frequência de 3000 Hz no banho catalisado com sulfato. O banho de fluossilicato-sulfato, produziu, a esta frequência, um depósito mais liso (e isento de fissuras).

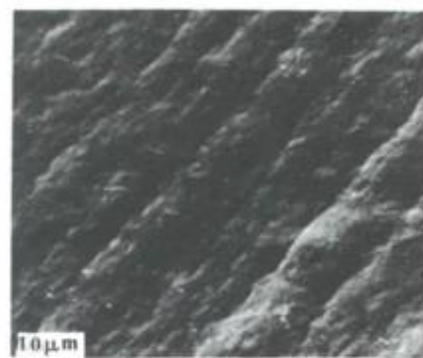


Figura 4 - A topografia de superfície obtida com corrente pulsada a 3000 Hz e com um ciclo de trabalho de 50% para depósitos de um banho catalisado com sulfato (à esquerda) e um banho catalisado com fluossilicato-sulfato (à direita).

Em alguns dos depósitos obtidos nos banhos catalisados com sulfato e catalisados com fluossilicato-sulfato, hidretos de cromo codepositaram com cromo cúbico de corpo centrado (ccc). Encontraram-se tanto hidretos de cromo hexagonais compactos (hcp), como cúbicos de face centrada (cfc), conforme mostrado na Tabela 3, quando a frequência de pulsação estava na faixa de 100 a 1000 Hz. O banho

Frequência Hz	Banho catalisado com sulfato	Banho catalisado com fluossilicato-sulfato	Banho catalisado com catalisador comercial, isento de fluoreto
16	ccc	ccc	ccc
100	ccc/hcp	ccc/hcp	ccc
500	cc/cfc**	ccc**	ccc
1000	ccc/cfc	ccc	ccc
1750	ccc	ccc	ccc
2500	ccc	ccc	ccc
3000	ccc	ccc	ccc
Corrente contínua	ccc	ccc	ccc

\* Todas as estruturas ccc eram cromo cúbico de corpo centrado; as estruturas cfc e hcp correspondiam a hidretos cúbico de face centrada e hexagonal compacto.  
\*\* Constatou-se também um traço de hidreto hcp.

catalisado com sulfato tinha a maior tendência à codeposição de hidretos. Não se encontraram hidretos nos depósitos obtidos no banho contendo o catalisador comercial, isento de fluoreto.

Aumentando-se a frequência, aumentou-se a dureza dos depósitos de todos os três banhos, como mostrado na Figura 5. Com corrente contínua ou com corrente pulsada fixada em uma frequência única, as variações entre as durezas dos depósitos

de todos os três banhos eram relativamente pequenas.

As alterações na frequência dos pulsos afetaram muito o rendimento catódico (Fig 6). O rendimento do banho catalisado com sulfato aumentou quando a corrente foi pulsada de 16 a 1000 Hz. Todavia os outros banhos, que depositam cromo com um rendimento relativamente elevado com corrente contínua, apresentaram um rendimento menor quando a frequência era de 16 ou 100 Hz.

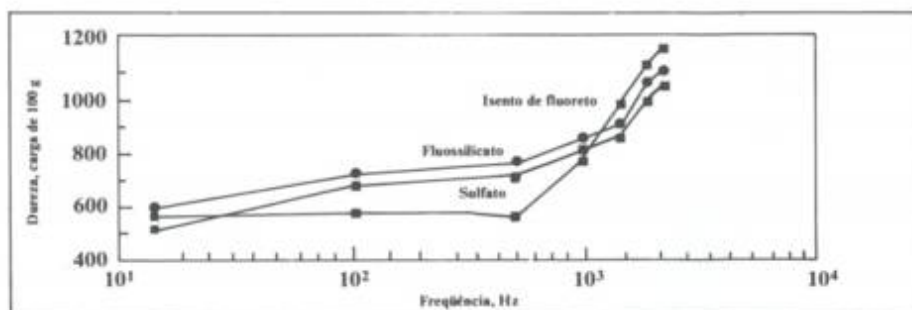


Figura 5 - O efeito da frequência sobre a dureza de cromo depositado com corrente pulsada. A densidade de corrente média foi de 40 A/dm<sup>2</sup>, a temperatura de 54°C e o ciclo de trabalho de 50%.

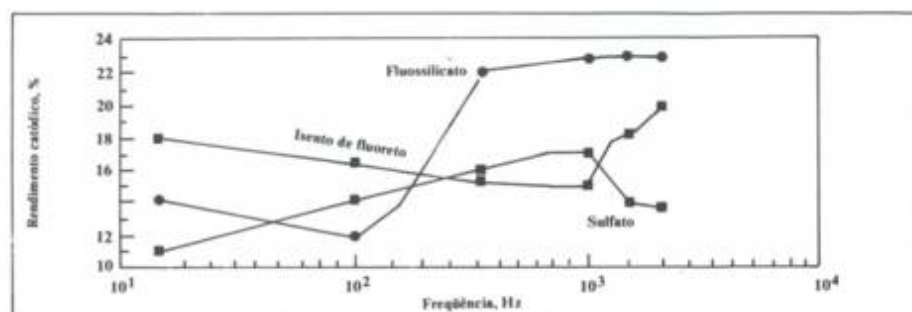


Figura 6 - O efeito da frequência no pulso sobre o rendimento catódico de banhos de deposição de cromo. O rendimento determinado com corrente contínua é mostrado no lado direito do gráfico. A densidade de corrente média foi de 40 A/dm<sup>2</sup>, a temperatura de 54°C e o ciclo de trabalho de 50%.

## Eletrólise

Tabela 4  
Efeito da frequência sobre a dureza dos depósitos

Frequência Hz	Banho catalisado com sulfato	Banho catalisado com fluossilicato-sulfato	Banho catalisado com catalisador comercial, isento de fluoreto
16	520	580	560
100	680	700	570
500	700	720	570
1000	760	770	730
1750	850	880	980
2500	1010	1060	1110
3000	1050	1080	1150
Corrente contínua	1180	1100	1200

## Discussão

Faust, Schaer e Semones<sup>1</sup> atribuíram a redução de tensão nos depósitos isentos de fissuras obtidos com corrente pulsada à decomposição dos hidretos durante os períodos desligados. Nossos resultados experimentais não sustentam esta conclusão por que (1) não se encontraram indícios de hidretos nos depósitos que produzimos com corrente contínua, o que sugere que quaisquer hidretos formados durante a eletrólise se decompõem antes de serem cobertos por um novo depósito; (2) se a redução de tensão fosse devida unicamente à decomposição dos hidretos, deveria-se esperar que isto acontecesse em todos os eletrólitos, independentemente do sistema do catalisador; e (3) os depósitos que obtivemos a baixas frequências quando utilizávamos os banhos catalisados com sulfato e com fluossilicato-sulfato, tinham teores de hidreto elevados, enquanto se poderia esperar que estes depósitos a frequências baixas, com períodos desligados relativamente longos, tivessem teores de hidreto mais baixos que os depósitos obtidos a frequências elevadas, se a hipótese de Faust estivesse correta.

Knodler<sup>2</sup> relatou teores de hidrogênio elevados em depósitos produzidos com corrente pulsada a baixas frequências. Isto concorda com a análise estrutural, que revelou hidretos hcp nos depósitos que produzimos a 100 Hz nos banhos catalisados com sulfato e com sulfato-fluossilicato.

Snavely<sup>5</sup> sugeriu que a estrutura do cromo eletrodepositado dependia primariamente do pH da película catódica. A redução de íons de hidrogênio eleva o pH da película acima da massa da solução. Postulou-se que os hidretos seriam instáveis e se decomporiam quando as condições de deposição favorecessem somente um aumento ligeiro, ou mesmo nenhum, do pH da película catódica. Resultaria um depósito de cromo ccc sem hidretos. De outro lado, os hidretos tornam-se mais estáveis e são incorporados no depósito quando o pH da película aumenta progressivamente. Condições que produzem um pH elevado resultam em depósitos com um teor elevado de hidretos.

Snavely<sup>5</sup> também acreditou que o cromo era reduzido de um modo escalonado, com o cromo trivalente reduzido a cromo divalente. Com a agitação vigorosa na superfície do cátodo provocada pela evolução do hidrogênio gasoso, uma parte do cromo divalente escapa para a massa da solução e reage da seguinte maneira:



A reação acima tenderia a aumentar o pH da película catódica.

Já que os íons cromosos têm carga positiva e são atraídos intensamente ao cátodo, é improvável que muitos íons escapem da vizinhança imediata da película catódica durante a eletrólise com corrente contínua. De outro lado, se durante a deposição pulsada o tempo desli-

gado for suficientemente demorado, um número grande de íons  $\text{Cr}^{2+}$  pode difundir dentro da película catódica e aumentar o pH. Isto poderia justificar as inclusões de hidreto observadas nas camadas depositadas com corrente pulsada.

Dois processos podem ocorrer no fim de um pulso: (1) a dispersão da camada de difusão permite o ingresso da massa do eletrólito e diminui o pH da película catódica e (2) o escape dos íons  $\text{Cr}^{2+}$  da superfície do eletrodo para a película catódica aumenta o pH da película. O resultado líquido destes dois processos opostos sobre o pH da película depende de suas velocidades relativas. No caso do banho catalisado com sulfato e à frequência de 16 Hz, o tempo desligado é suficientemente longo para permitir uma dispersão suficiente da camada de dispersão para resultar em uma redução efetiva do pH da película catódica e na deposição de cromo ccc isento de hidretos. Quando a frequência é aumentada para 100 Hz, a película catódica dispõe de menos tempo para dispersão e o escape de íons  $\text{Cr}^{2+}$  passa a ser significativo, resultando em um aumento efetivo do pH da película catódica, o que promove a incorporação de hidretos no depósito. À medida que a frequência ainda aumenta mais, chega-se a um ponto no qual o tempo desligado fica curto demais para permitir o escape dos íons  $\text{Cr}^{2+}$ . Neste caso o pH da película catódica é abaixado e o depósito novamente passa a ser cromo ccc sem hidretos.

A diferença observada na estrutura dos depósitos dos outros banhos provavelmente é devida a diferenças na cinética dos dois processos opostos descritos acima, que são afetadas pelas diferenças nos catalisadores. A ausência de hidretos nos depósitos do banho com o catalisador comercial isento de fluoreto é vantajosa, pois os hidretos diminuem a resistência mecânica do depósito e sofrem decomposição lenta à temperatura ambiente<sup>2</sup>, causando fissuração.

Puippe<sup>6</sup> observou que com alguns metais ocorre refino de grão quando a corrente é pulsada, devido ao bloqueio dos locais de cresci-

mento por espécies adsorvidas. Porém com outros metais pode ocorrer crescimento de grão, o que se atribuiu a uma recristalização durante os períodos desligados. O amolecimento que nós observamos pode ser devido a um aumento do tamanho de grão, mas isto somente poderia ser confirmado por uma microscopia eletrônica de transmissão. A redução de tensão mostrada na Figura 2 também poderia ser responsável por depósitos mais moles.

Se a película catódica puder dispersar-se durante os períodos desligados, o cromo parcialmente reduzido pode escapar da superfície do catodo para a massa do eletrólito, onde ele se torna indisponível para redução ao cromo metálico. Isto justificaria a redução de rendimento observada para os banhos comercial isento de fluoreto e o catalisado com sulfato-fluossilicato quando se pulsa a corrente. No banho catalisado com sulfato pode não haver oportunidade para a dispersão da película catódica. Deste modo os íons de  $\text{Cr}^{2+}$  formados na superfície do catodo permanecerão na película catódica em vez de escapar para a massa do eletrólito. Neste caso, a reação expressa pela equação (1) resultaria em um aumento do pH da película catódica, o que tenderia a diminuir a eficiência da descarga dos íons de hidrogênio e aumentaria o rendimento da deposição de cromo.

O efeito líquido sobre o rendimento catódico seria uma resultante de diversos fatores que agem em oposição. No caso dos banhos comerciais, é provável que haja uma dispersão relativamente rápida da película catódica. Neste caso predominam os fatores que tendem a reduzir a eficiência. A solução catalisada com sulfato tem uma película catódica que dispersa mais lentamente, predominando os fatores que tendem a aumentar a eficiência. Deste modo alcança-se um aumento de rendimento pulstando de 10 a 1000 Hz.

### Conclusão

Utilizando-se corrente pulsada com um ciclo de trabalho de 50%,

pode-se depositar cromo isento de fissuras de um banho catalisado com sulfato ou com fluossilicato-sulfato, com uma dureza similar à obtida com corrente contínua. Necessita-se, todavia, de uma frequência mais elevada. Frequências na faixa de 2000 a 3000 Hz produziram os depósitos mais duros, a uma densidade de corrente média de 40 A/dm<sup>2</sup> e a uma temperatura de 54°C. A solução catalisada com sulfato é a que apresenta a maior propensão à codeposição de hidretos, especialmente para depósitos obtidos a 40 A/dm<sup>2</sup> com uma frequência de pulsos de 50 a 1500 Hz. Depósitos da solução catalisada com sulfato-fluossilicato têm a menor tendência de conter hidretos e são mais brilhantes que os do banho catalisado com sulfato. O rendimento catódico foi diminuído pulstando-se a corrente nos banhos catalisados com íons de sulfato e de fluossilicato, mas este efeito foi minimizado utilizando-se frequências elevadas. A pulsação da corrente em frequências baixas, de 16 a 500 Hz, eliminou a fissuração nos depósitos de um banho comercial isento de fluoreto, mas amoleceu o depósito consideravelmente. Observaram-se fissuras nos depósitos obtidos a frequências mais elevadas.

### Agradecimentos

Os autores reconhecem o apoio dado a este estudo pela J.C.T. Controls Ltd. e agradecem à W. Cannings Materials Ltd. pelo fornecimento de algumas das soluções de eletródeposição. T. Pearson gostaria de agradecer à Aston University pela concessão de uma bolsa de estudo universitária para possibilitar-lhe a realização da pesquisa.

### Referências

1. C.L. Faust, G.R. Schaer e D.E. Semones, *Plating*, **48**, 605 (1961).
2. A. Knodler, *Proc. AES International Pulse Plating Symposium*, (1979).
3. J.-Cl. Puipe e N. Ib1, *J. Applied Electrochem*, **10**, 775 (1980).
4. D.J. Arrowsmith e T.P. Hoar, *Trans. Inst. Met. Finish.*, **34**, 354 (1957).

5. C.A. Snavely, *Trans. Electrochem. Soc.*, **92**, 537 (1947).

6. J.-Cl. Puipe, *Theory and Practice of Pulse Plating AESF*, Orlando, FL, 1986; pág. 23

### Os Autores



Trevor Pearson está atualmente na Aston University, Produção e Engenharia Mecânica, Aston Triangle, Birmingham B4 7ET, Inglaterra, efetuando pesquisas com relação a fontes de corrente pulsada para eletródeposição. Ele ingressou na W. Cannings Materials Ltd. em 1976, como químico de desenvolvimento para soluções de eletródeposição, especializando-se em processos para a produção de placas para circuitos impressos. O sr. Pearson formou-se em 1981 na Royal Society of Chemistry - Inglaterra.



Dr. J. Keith Dennis é conferencista senior no departamento de Engenharia Mecânica e de Produção na Aston University. Ele participa de pesquisas relativas a acabamento de metais desde 1957 e tem publicado bastante sobre uma série de revestimentos de superfície. Dr. Dennis é o co-autor de "Nickel and Chromium Plating" e é membro da Comissão de Publicações do Conselho do IMF e da Comissão Industrial e Técnica do mesmo (Institute of Metal Finishing).

Adeus Corrosão Branca...  
**UNIBETHA QUÍMICA**  
inova em tecnologia

**COMPOSTO B-33**  
Cromatização **AZUL** brilhante  
técnica, beleza e resistência

Certificado de Garantia  
Autolatina – 72 horas de Salt-Spray



**UNIBETHA Química LTDA.**

Rua Alba, 1741 - Vl. Santa Catarina - SP - CEP 04369  
Tel.: 563-4935 Telex 11 53893 HAQU

AGENTEC

## Segurança em Tratamentos de Superfície

- Mordentes
- Cobre Ácido
- Estanho Ácido
- Níquel Químico
- Níquel Brilhante
- Níquel Electroless
- Níquel Eletroquímico
- Decapantes Ácidos
- Decapantes Alcalinos
- Desplacantes Químicos
- Desplacantes Eletrolíticos
- Desengraxantes Químicos
- Desengraxantes Eletrolíticos
- Desengraxantes Biodegradáveis, Emulsificantes e Cobreativos
- Passivadores (Azul, Amarelo, Verde Oliva, Negro e Branco)
- Cromo Auto-Regulável e Micro-Fissurado
- Inibidores
- Cromo Duro
- Complexantes
- Abrilhantadores
- Cromação de A. B. S.
- Oxidação sobre Metais



Rua Cavour, 612 – Vila Prudente – Cep 03135  
São Paulo – SP – Fone: (011) 274-0799

**TAMBOR ROTATIVO  
PARA  
GALVANOPLASTIA  
AGAU ZYZ**



O Tambor Rotativo AGAU XYZ é inteiramente construído com chapas de Polipropileno.

Operação em temperaturas de até 90°C sem sofrer deformações em trabalho contínuo.

Para processos químicos e eletroquímicos: desengraxante eletrolítico, ácidos, lavagens, neutralizações, passivações, e os eletrolíticos de Zinco; Cádmiu, Cobre, Estanho, Níquel, Cromo, Prata e Ouro.

430 x 310 x 270 mm  
8,80 kg

Alt. da cuba - 248 mm (interna)

Diâmetro sextavado  
210 mm (interna)

Furação da cuba - Ø 2,2 mm

Capacidade de volume na cuba - 8,7 L

Carga mínima para processamento - 0,10 kg

Carga máxima para processamento - 20,0 kg

Motor micro-reductor  
2 pólos - 110 ou 220 VCA,  
50 ou 60 Hz

Potência do motor - 1/20 Hp

Consumo do motor - 40 W

**AGAU - ELETROQUÍMICA E METALIZAÇÃO LTDA.**

Representantes:

São Paulo - Conquista

R. General Osório, 261

Tel.: (011) 222.3599

Fax.: (011) 220.9986

Telex.: 11 23.107 QSTA

Rio de Janeiro - Niquen

R. Capitão Abdalla Chama, 254

Tels.: (021) 248.5957 - 234.5979

AGENTEC

**PROPAGANDA/MARKETING/  
MERCHANDISING/RELAÇÕES  
PÚBLICAS/ASSESSORIA DE  
IMPRESA**

- Brindes ■ Convites ■ Livros ■ Jornais
- Revistas ■ Folhetos ■ Cartazes ■ Projetos
- Envelopes ■ Papel de carta
- Cartão de visita ■ Mala direta ■ Anúncios
- Boletins ■ Pastas ■ Maquetes
- Foto e vídeo

**AGENTEC**

Agência Técnica de Comunicação Ltda.  
Rua Crasso, 160  
CEP 05043 - São Paulo - Brasil  
Tels.: (011) 864.9262 e 872.2810

**Como controlar o pH nos processos de  
tratamento de superfície reduzindo os intervalos  
de manutenção?**



Com a sonda de imersão  
**INGOLD 749-SP.**

- Para medição de pH ou redox.
- Uso com eletrodo de cabeça rosqueada facilitando manutenção e instalação.
- Possui amplo reservatório de eletrólito permitindo uso sem manutenção durante 03 à 04 meses.
- Material: polipropileno
- Pressão: 0...2 bar
- Temperatura: 0...80°C
- Comprimento de imersão: 330 ou 630 mm

**RENE  
BRAF**

INDÚSTRIA E COMÉRCIO S.A.

SP: R. São Paulo, 291-A - CEP 06400 - Barueri - Tel.: 421-1600 - Fax: 11 421-5479  
- Telex: 11 71041 - MG: Tel.: 334-1255 - RJ: 260-4966 - PR: 242-4660 - RS: Tel.: 43-1511 - BA: Tel.: 358-7960



## Marketing

## Equipamentos para produção de circuitos impressos - DYNA PLUS PC

Empresas que desejam manter e fortalecer sua posição de liderança no mercado reagem cedo aos sinais do futuro, realizando investimentos que garantam economia de produção e alta qualidade dos produtos.

Hoje em dia, este ditado vale especialmente para a indústria eletrônica e, em primeiro lugar, para os produtores de circuitos impressos: a exigência de qualidade aumentou proporcionalmente à diminuição de pistas condutoras e furos metalizados, ao mesmo tempo, a quantidade de furos e pistas e o número das camadas dos multilayers estão ficando cada vez maiores.

A Cirpress S/A, Rio de Janeiro, pioneira no mercado de circuitos impressos do Brasil, desde 1957 acompanha e antecipa o cumprimento das novas exigências, tendo, hoje, as linhas de produção mais sofisticadas do país.

Há dois anos, a Cirpress escolheu a Schering AG da Alemanha junto com sua filial Berlimed Ltda. no Brasil para realizar o ambicioso projeto de novas linhas galvânicas.

A Schering é o principal fornecedor de processos e equipamentos para galvanotécnica da Europa e um dos maiores produtores mundiais de placas de circuito impresso dupla-face, de ligações multilayers ou flexíveis da mais alta qualidade, com os equipamentos Dyna Plus PC. Internacionalmente, conta com prestigiosas empresas da área eletrônica: IBM, Hewlett Packard, Matsushita, Siemens, Bureau of Engraving, General Dynamics, Bosch.

O equipamento Dyna Plus PC, fornecido para a Cirpress em meados de 1989, é a última geração de desenvolvimento desta série de equipamentos. Tem 12 mil metros quadrados, custa três milhões de dólares, e já foi vendido mais de 300 vezes no mundo inteiro para vários mercados, em especial, o de informática e telecomunicações.

A seguir, destacaremos alguns dos detalhes técnicos que garantirão um



Roger J.C. Weil, Vice-Presidente Executivo da Cirpress e Horst Aljes, Diretor da Divisão Galvanotécnica da Berlimed

alto nível de economia e qualidade durante muitos anos na produção de circuitos impressos.

O equipamento Dyna Plus PC é composto de 2 linhas:

**Linha I (23.410 cm x 1.788 cm):** metalização dos furos, incluindo o processo de smear removal (PTH - Plating through hole).

**Linha II (21.087 cm x 3.800 cm):** reforço eletrolítico das pistas e aplicação do etch resist (cobre/estanho-chumbo/PP - Pattern Plating).

### Automatização

Visando em primeiro lugar a qualidade constante das placas de circuitos impressos, a automação traz as seguintes vantagens:

- constantemente maior qualidade;
- processamento mais rápido;
- maior produção;
- redução de consumo de insumos;

- processos mais transparentes;
- eliminação rápida de falhas;
- manutenção mais organizada.

As informações de cada lote de produção são automaticamente transferidas pelo teclado do computador central e os erros eliminados por um controle de plausibilidade dos dados inseridos. As gancheiras são transportadas, primeiro, para um armazém e, de lá, entram continuamente na linha: o equipamento trabalha também em intervalos de produção e pode continuar trabalhando após o expediente; a corrente a ser aplicada é regulada automaticamente segundo os dados de cada lote; o monitor no console de controle mostra a posição de cada porta-gancheira na linha, e uma impressora dá uma listagem completa dos lotes produzidos durante tempos definidos pelo usuário, no caso de uma falha de operação, o monitor sinaliza o erro imediata-

## Marketing

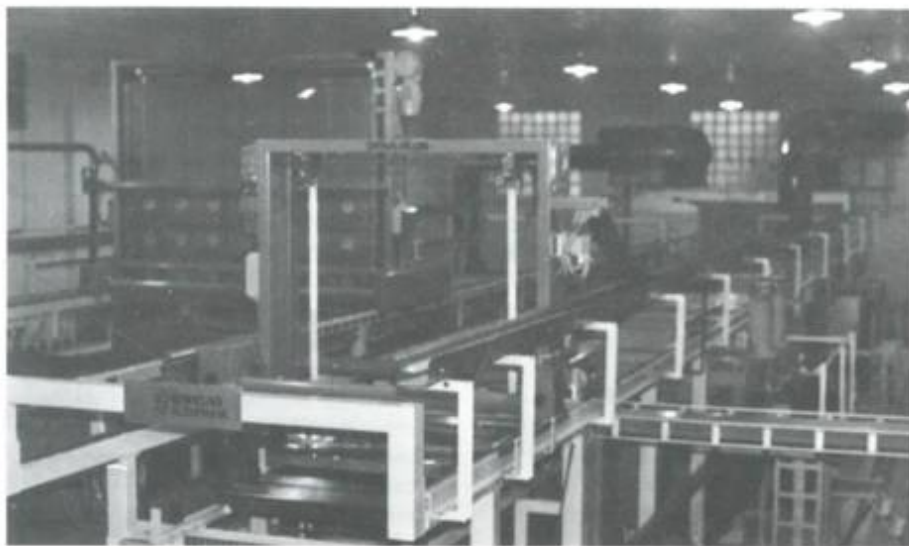
mente, possibilitando assim a rápida eliminação do mesmo. Assim, se reduzem os tempos de parada e falhas na produção.

### Sistemas de lavagem

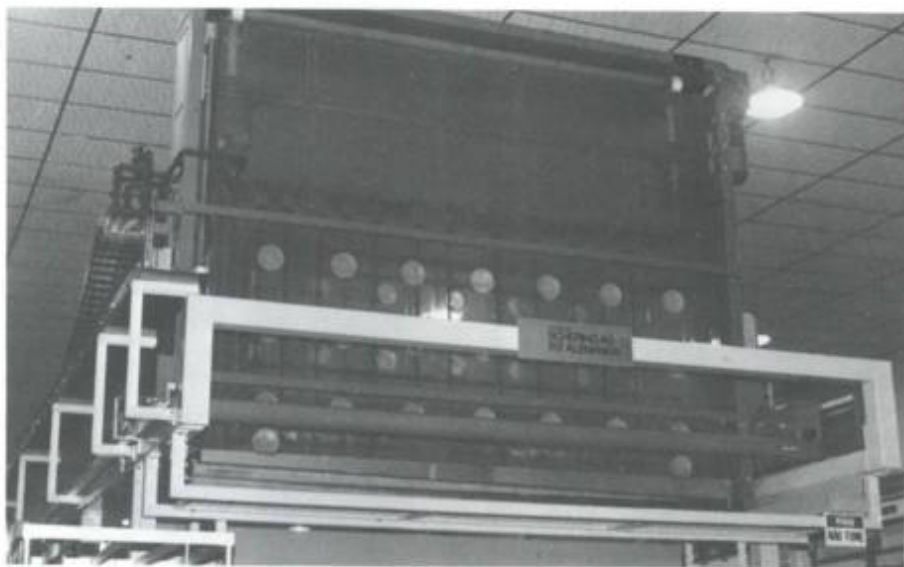
As duas linhas têm sistemas de lavagem a spray: além de uma alta redução de consumo de água, o efeito de lavagem é muito superior ao efeito de lavagem convencional por imersão. As linhas são mais curtas porque o mesmo banho de lavagem pode ser usado após diversos passos de produção. As bandejas que automaticamente se fecham sob os carros durante o transporte, evitam a contaminação de outros banhos da linha por líquidos que escorre das placas. A linha 2 não tem banhos de lavagem porque a lavagem se faz dentro do transportador durante o transporte. No caso desta linha, a economia de espaço é ainda maior.

### Análise e dosagem automáticos

Os três componentes mais importantes do banho de cobre químico de alta velocidade Printoganth 820 são analisados automaticamente pelo Controllomat. O resultado da análise é transformado em impulsos de dosagem, mantendo o banho sempre na mesma concentração: a qualidade do cobre depositado é sempre constante.



*Dyna Plus PC*



*O equipamento Dyna Plus PC*

Os banhos de cobre eletrolítico Cu-pracid e de estanho-chumbo Diwalyt estão sujeitos a uma dosagem automática segundo os ampère-horas consumidos. Esta dosagem fina sempre garante um eletrólito de alta performance e um produto final de alta qualidade.

O processo de smear removal Securiganth P da Schering tem como primeiro passo o Amolecedor Securiganth P, que amolece e tira o smear de epóxi dentro dos furos com a ajuda de um sis-

tema de ultra-som montado no tanque. O smear removal com permanganato se faz com o uso do Oxamat, um equipamento da Schering que automaticamente mantém a concentração do permanganato dentro dos parâmetros exigidos, ou seja, limites muito estreitos.

A deposição de camadas mais uniformes de cobre é garantida pelo uso de retificadores separados, para cada lado das placas, o que possibilita o ajuste individual da densidade de corrente.

A linha eletrolítica não usa sacos de anodos, mas um sistema de separação dos espaços anódicos e catódicos que sempre garante o contato de um eletrólito cem por cento limpo com as placas e, conseqüentemente, camadas de cobre mais puras nas pistas e nos furos.

No fim da linha eletrolítica está prevista uma posição de manutenção dos anodos. O transportador tem capacidade suficiente para levar todo barramento anódico do tanque de trabalho e transportá-lo para esta posição. Assim, o trabalho demorado, pesado e até perigoso de manutenção dos anodos no tanque de trabalho é eliminado. Os tanques mais importantes da linha estão ligados à tanques de reserva, para onde os banhos podem ser rapidamente bombeados para eventuais trabalhos de manutenção nos tanques ou tratamento dos banhos.

## Marketing



A automatização elimina a possibilidade de erros



Finalização do processo

Uma grande vantagem é o fato que a Schering não fornece apenas o equipamento, mas também todos os processos nele utilizados. O conhecimento profundo de todas as interdependências dos sistemas mecânico, eletro-eletrôni-

co e químico garantem ao usuário final das placas de circuitos impressos, produtos que cumprem as maiores exigências de precisão, qualidade e confiabilidade.

## A Incotech investe em Fluorescência de Raio X

A Incotech Com. Repres. Imp. Exp. Ltda., é uma empresa de consultoria, venda e assistência técnica de equipamentos científicos com ênfase em Fluorescência de Raio X.

Oferecendo um conjunto de serviços que visa suprir as necessidades na área de radiação, a Incotech repre-

senta, entre outros, com exclusividade, os equipamentos marca ASOMA, mundialmente conhecidos como fabricantes de equipamento de Fluorescência de Raio X (XRF).

Sediada em São Paulo, a Incotech está devidamente licenciada junto aos órgãos governamentais competentes para atuar nas áreas de venda e importação de equipamentos e fontes de radioisótopos como também na elaboração de Planos de Radioproteção e Credenciamento de empresas que trabalham com radiação junto ao CNEN.

## UDYLITE TURBO 401

NÍQUEL BRILHANTE

- Melhor nivelamento
- Maior versatilidade
- Menor custo operacional

## UDYSTRIP 4000

REMOVEDOR  
ELETROLÍTICO PARA  
PONTAS DE GANCHEIRAS

Remove:

- Cromo/ Níquel/ Cobre/ Latão/  
Zinco/ Estanho/ Cadmio
- Não ataca os contatos e o  
revestimento de Plastisol
- Maior velocidade
- Longa vida útil
- Baixo custo

ENTHONE  
UDYLITE • SEL-REX  
DWK



ORWEC  
QUÍMICA S/A

Tecnologia em Acabamentos  
de Superfícies

SÃO PAULO: Fone: (011) 291-1077

Fax: (011) 264-0878 / Telex: 1162058

RIO DE JANEIRO: Fone: (021) 580-4773

Telex: 2132715

REPRESENTANTES:

RIO GRANDE DO SUL:

- GALVA - Fone: (0512) 31-2626

Fax: (0512) 31-4598 - Telex: 512345

SANTA CATARINA

- INTRASUL - Fone: (0474) 25-3103

Telex: 475280

## Novos Produtos

### Udyfin 996

Hidrorrepelente líquido concentrado especialmente indicado para remover o filme de água sobre a superfície das peças nos processos de eletrodeposição em geral. Assegura secagem eficiente, rápida e sem manchas.

ORWEC Química S/A.

### Gaflon C-800

Produto capacitado para produzir soldas termoplásticas de até 1.500 mm/min, atingindo temperaturas de 230 a 425°C; sendo por estas especificações, o maçarico adequado para fabricantes ou montadores de equipamentos e tubulações em PVC-PE-PP e outros plásticos nobres. De dimensões compactas, permite fácil acesso e operações nas diversas situações.

GAFLON Projetos e Instalações Ltda.

### Bicryl Aquatop

Resina de base acrílica destinada à etapa final do processo de acabamento de couros - o chamado "top". Tem como característica importante a utilização da água como solvente, dispensando os tradicionais produtos derivados de petróleo, reduzindo os riscos de inflamabilidade e toxicidade. Reúne as principais vantagens das resinas acrílicas que proporcionam maior flexibilidade e das resinas à base de nitrocelulose que proporcionam à superfície do couro maior resistência à fricção, e ainda uma excelente solidez à luz.

HENKEL S/A.

### Betha-87 (Desengraxante de Imersão)

Produto desenvolvido para desengraxe de peças de ferro e aço, com poder de limpeza e emulsificação; retira e saponifica totalmente gorduras e graxas pesadas em imersão rápida e temperatura variável (60-80°C).

Ideal para zincagem, fosfatização e cromeação.

UNIBETHA Química Ltda.

### Supressor de Névoa MSP - em Pastilhas

Este supressor reduz a tensão superficial dos banhos de cromo, formando uma espuma menos densa, se comparado com produto similar, porém suficiente para manter em baixos níveis a perda por arraste ou por gaseificação, resultando em substancial economia de ácido crômico.

Adicionalmente, o seu formato (pastilhas de 3 g) favorece o manuseio e o controle.

Seu consumo é em torno de 3 a 9 pastilhas/1000 litros/turno ou de 80 a 200 pastilhas no caso de banhos novos.

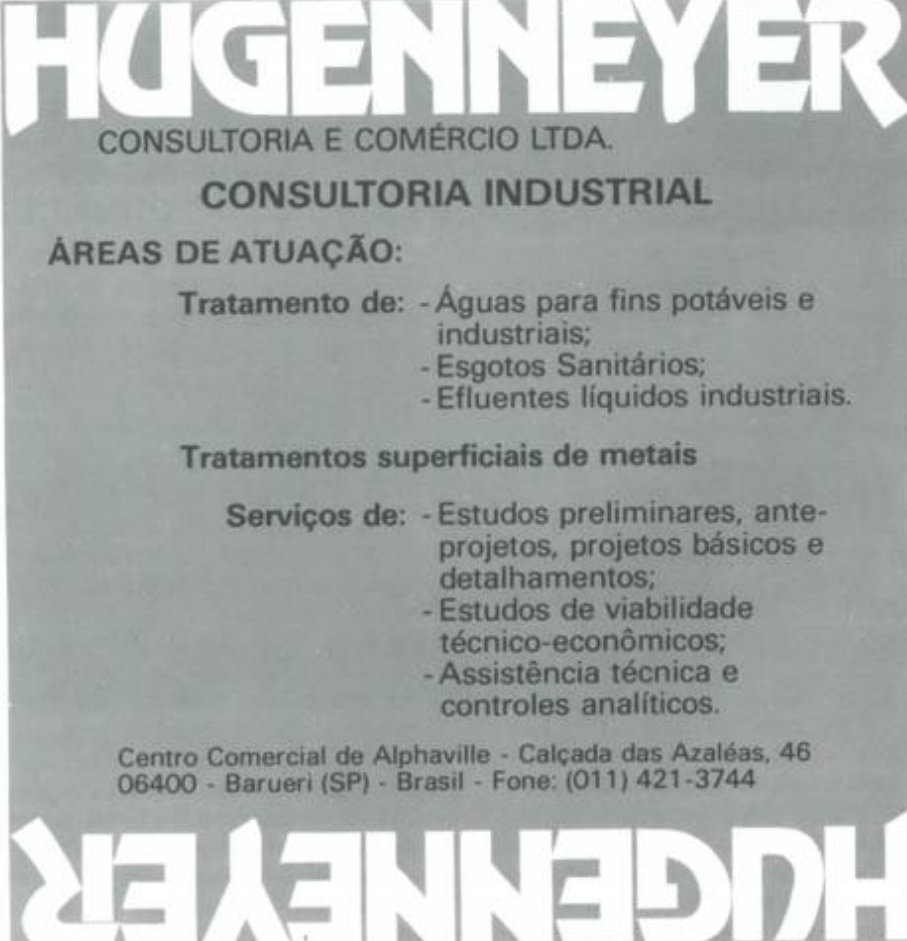
ROHCO Ind. Química Ltda.



**POLYSTAMP**

Discos de Pano e  
Sisal p/ Polimento

Metalúrgica Polystamp Ltda.  
Rua Santa Cruz, 195 - Cep 13.100  
Tel.: (0192) 51-2030  
CAMPINAS - SP



**HUGENNEYER**  
CONSULTORIA E COMÉRCIO LTDA.  
CONSULTORIA INDUSTRIAL

**ÁREAS DE ATUAÇÃO:**

**Tratamento de:** - Águas para fins potáveis e industriais;  
- Esgotos Sanitários;  
- Efluentes líquidos industriais.

**Tratamentos superficiais de metais**

**Serviços de:** - Estudos preliminares, anteprojetos, projetos básicos e detalhamentos;  
- Estudos de viabilidade técnico-econômicos;  
- Assistência técnica e controles analíticos.

Centro Comercial de Alphaville - Calçada das Azaléas, 46  
06400 - Barueri (SP) - Brasil - Fone: (011) 421-3744

**HUGENNEYER**

A Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície deseja saber como pode aprimorar a revista que publica, no intuito de oferecer ao leitor um veículo com informações úteis, atuais, uma publicação completa.

Agradecemos que nos indique os dados e as opiniões a seguir:

**Dados Pessoais:**

- 1 - Nome \_\_\_\_\_
- 2 - Formação \_\_\_\_\_ Ano \_\_\_\_\_
- 3 - Empresa \_\_\_\_\_
- 4 - Cargo \_\_\_\_\_

**Temas de informação profissional de seu interesse (indique com X)**

- 5 - Eventos ..... ( )
- 6 - Notícias, informações da atualidade ..... ( )
- 7 - Artigos Técnicos Nacionais ..... ( )
- 8 - Tradução de Artigos Técnicos Estrangeiros ..... ( )
- 9 - Marketing ..... ( )
- 10 - Artigos de Detentores de Tecnologia ..... ( )
- 11 - Entrevistas ..... ( )
- 12 - Oportunidades Profissionais ..... ( )
- 13 - Novos Produtos e Equipamentos ..... ( )
- 14 - Temas que gostaria de ver publicados: \_\_\_\_\_
- 15 - Em que veículos procura habitualmente sua informação profissional? \_\_\_\_\_
- 16 - É suficiente e satisfatória? \_\_\_\_\_
- 17 - Para que fosse de seu interesse como deveria ser uma revista técnica? \_\_\_\_\_
- 18 - Que jornais e revistas costuma ler habitualmente? \_\_\_\_\_

**Informação geral, não profissional, de seu interesse: (Assinale com X)**

- 19 - Indústria e Comércio ..... ( )
- 20 - Ciência e Tecnologia ..... ( )
- 21 - Ecologia ..... ( )
- 22 - Educação ..... ( )
- 23 - Saúde ..... ( )
- 24 - Esportes ..... ( )
- 25 - Social ..... ( )
- 26 - Outras? Quais? \_\_\_\_\_
- 27 - Você gostou deste número da revista? Sim ( ) Não ( )
- 28 - Qual a seção que mais apreciou? \_\_\_\_\_
- 29 - Qual a seção que menos o interessou? \_\_\_\_\_
- 30 - Opinião crítica sobre a Revista Tratamento de Superfície: \_\_\_\_\_
- 31 - Quais as suas sugestões? \_\_\_\_\_

**Destaque e envie à**  
AGENTEC  
Agência Técnica de Comunicação  
Rua Crasso, 160  
CEP 05043 - Lapa - São Paulo  
Tel: (011) 864.9262

# Associe-se à ABTS – Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície e receba grátis a Revista Tratamento de Superfície

A ABTS tem como principal objetivo congrega todos aqueles que, no Brasil, se dedicam à pesquisa e à utilização de: tratamentos de superfície, tratamentos de metais, galvanoplastia, pintura, circuitos impressos e atividades afins.

A ABTS divulga conhecimentos e técnicas, promovendo seminários, reuniões de estudo e pesquisa, congressos, cursos e publicações, colocando os associados ao corrente do que de mais avançado se revela em seu campo de atuação.

A ABTS mantém intercâmbio com institutos e entidades similares no Brasil e no exterior, como demonstra sua afiliação à AESF – American Electroplaters and Surface Finishing”, e à INTERFINISH – International Union for Surface Finishing.

A ABTS participa na elaboração e no incentivo ao uso das normas técnicas brasileiras.

A ABTS publica bimestralmente a revista “Tratamento de Superfície”, que é o veículo oficial da Associação, onde são apresentados os trabalhos de técnicos e pesquisadores, difundindo notícias do setor e promovendo intercâmbio.

Ingressando na ABTS, você pertencerá a um grupo sempre crescente, representante de uma vanguarda técnica e científica, voltado para o progresso no campo da tecnologia dos processos de acabamentos de superfície, visando sempre melhorias na qualidade dos produtos e serviços brasileiros, o que assegura maior competitividade no mercado interno e externo.

## Sócios ativos e sócios patrocinadores

**Artigo 7** – Sócios ativos são os profissionais, pessoas físicas do ramo e de ramos afins que, interessados no desenvolvimento das tecnologias englobadas nos objetivos da associação e ingressam na mesma.

§ 1 – Para os efeitos deste estatuto são considerados “asemelhados” aos sócios patrocinadores.

**Artigo 8** – Sócios patrocinadores são as pessoas jurídicas e físicas interessadas em apoiar economicamente a manutenção e o desenvolvimento da associação.

§ 1 – Os sócios patrocinadores são divididos em três categorias A, B, C, conforme o montante de suas contribuições que serão fixadas a cada ano.

§ 2 – Conforme sua categoria, os sócios patrocinadores podem indicar o seguinte número de participantes: A – três representantes; B – dois representantes; C – um representante.

(Extraído dos Estatutos da ABTS).

### Proposta para sócio patrocinador:

Nome: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_  
CEP: \_\_\_\_\_  
Caixa Postal: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_ Atividade: \_\_\_\_\_  
Fabricação Própria: Sim  Não   
Serviços para Terceiros: Sim  Não   
Número de Empregados junto ao Departamento de Tratamento de Superfície: \_\_\_\_\_

### Representante junto à ABTS:

I) Nome: \_\_\_\_\_  
Departamento: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Local de nascimento: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Endereço Residencial: \_\_\_\_\_  
CEP: \_\_\_\_\_  
Fone: \_\_\_\_\_ Grau de Instrução: \_\_\_\_\_  
II) Nome: \_\_\_\_\_  
Departamento: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Local de nascimento: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Endereço Residencial: \_\_\_\_\_  
CEP: \_\_\_\_\_  
Fone: \_\_\_\_\_ Grau de Instrução: \_\_\_\_\_  
III) Nome: \_\_\_\_\_  
Departamento: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_  
Local de nascimento: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Endereço Residencial: \_\_\_\_\_  
CEP: \_\_\_\_\_  
Fone: \_\_\_\_\_ Grau de Instrução: \_\_\_\_\_

### Proposta para sócio ativo

Nome: \_\_\_\_\_  
Endereço Residencial: \_\_\_\_\_  
CEP: \_\_\_\_\_  
Fone: \_\_\_\_\_ Grau de Instrução: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_  
Local nascimento: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_  
Empresa em que trabalha: \_\_\_\_\_ Depto.: \_\_\_\_\_  
Fone: \_\_\_\_\_ Ramal: \_\_\_\_\_ Cargo: \_\_\_\_\_

**Destaque e envie à ABTS**  
Av. Paulista, 1313 – 9º andar – cj. 913  
01311 – São Paulo – SP

Para o pagamento da anuidade de \_\_\_\_\_ anexamos o cheque nº \_\_\_\_\_ contra o banco \_\_\_\_\_ no valor de Cr\$ \_\_\_\_\_ a favor da Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície.

Sócio Patrocinador      Sócio Ativo:      35 BTN's  
Categoria "A" 220 BTN's      Sócio Estudante: 17,5 BTN's  
Categoria "B" 180 BTN's      Assinatura Opcional  
Categoria "C" 140 BTN's      Revista Plating:      sob consulta à ABTS

Data: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Assinatura: \_\_\_\_\_

### Para uso da ABTS

Patrimônio: \_\_\_\_\_  
Ativo nº: \_\_\_\_\_ n°: \_\_\_\_\_ n°: \_\_\_\_\_  
Apresentação de: \_\_\_\_\_  
Secção regional: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_ Diretor Secretário: \_\_\_\_\_

**ELCA**



**TECNOVOLT**

RETIFICADORES INDUSTRIAIS

# Somando tecnologia em retificadores industriais.

Atualmente, o tratamento de superfície na indústria nacional encontra-se dentro do mais alto padrão de qualidade igualando-se aos melhores do mundo.

A TECNOVOLT desde 1965 vem participando ativamente desta evolução com avançada tecnologia totalmente desenvolvida por técnicos brasileiros, produzindo equipamentos com capacidade de 20 a 20.000 ampères para variadas aplicações destacando-se:

as instalações galvânicas, pintura eletroforética, anodização e eletrocoloração do alumínio.

Hoje, através de um acordo de transferência de tecnologia concedido pela ELCA S.r.l., conceituada indústria italiana atuando nos mais avançados mercados mundiais do setor, a TECNOVOLT produzirá para o Brasil e América Latina alimentadores para eletrocoloração do alumínio e retificadores a ondas pulsantes para deposição de cromo duro com inversão periódica de polaridade e oxidação anódica do alumínio, este provido de processador para o pré-ajuste da espessura desejada do óxido.

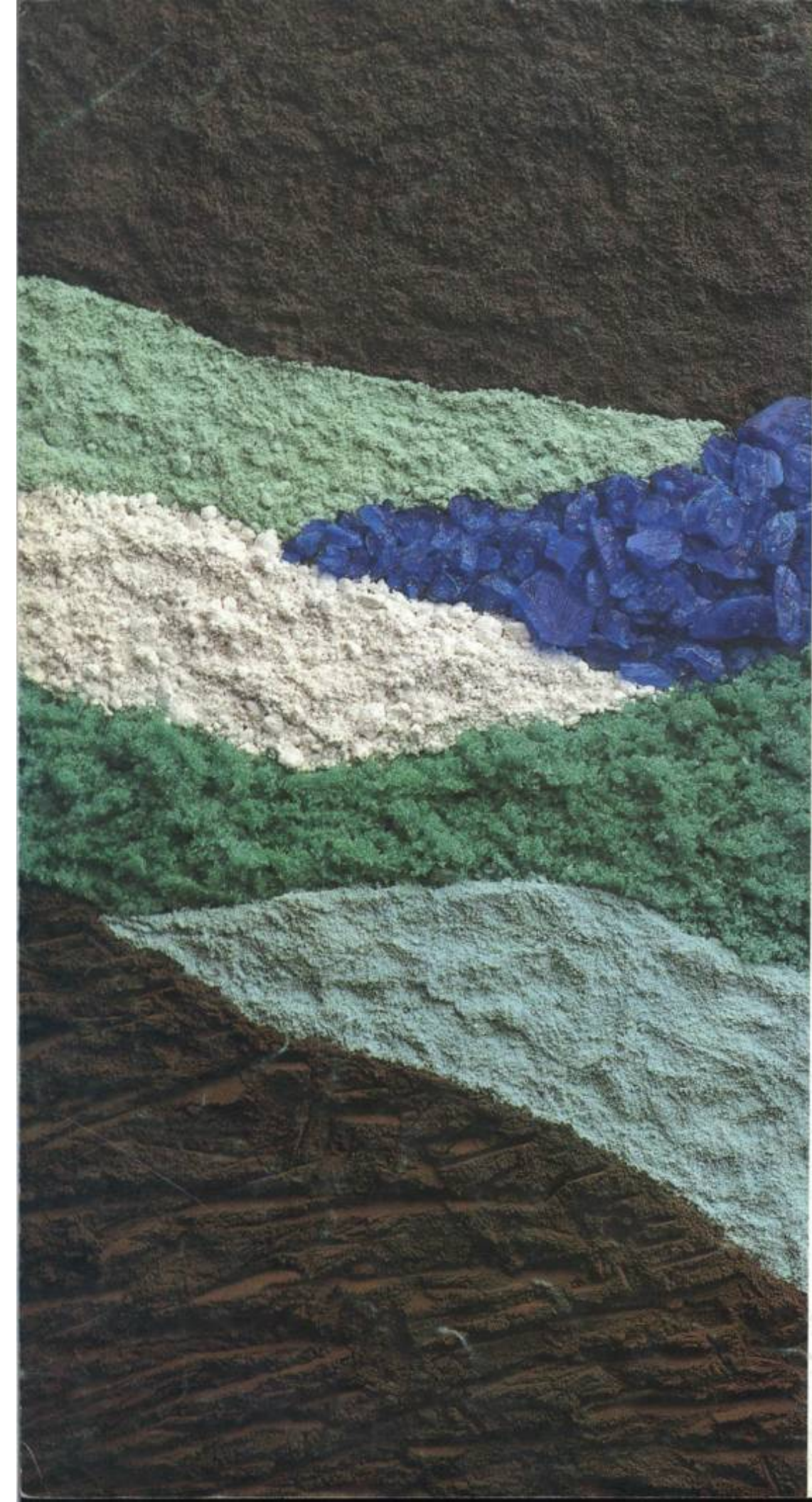
Com esta nova geração de retificadores a TECNOVOLT destaca-se à frente do mercado com uma linha de equipamentos que proporcionarão melhor qualidade no tratamento e significativa economia de tempo e energia.

TECNOVOLT, qualidade em corrente contínua, presença marcante no parque industrial brasileiro.



**TECNOVOLT**  
RETIFICADORES INDUSTRIAIS

TECNOVOLT - INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.  
RUA ALENCAR ARARIPE, 108/132 - CEP 04253  
TEL.: (011) 274-2266 - TLX.: 1124648 TIEE BR  
FAX: (011) 274-2429 - SÃO PAULO - SP - BRASIL



Nada Se  
Perde.  
Tudo Se  
Recupera.

Segundo Lavoisier, na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma. Segundo a Rohco, em se tratando de produtos químicos, tudo se recupera. A partir deste princípio, a Rohco desenvolveu uma tecnologia que lhe permite recuperar metais como cobre, zinco, níquel, estanho, cobalto e muitos outros.

O processo de recuperação permite à sua empresa uma maior economia, e garante um resíduo final que obedece às legislações de proteção ao meio ambiente.



**ROHCO**  
INDÚSTRIA QUÍMICA LTDA.

Rua Pedro Zolcsak, 121,  
Tel.: (011) 452-4044  
S. B. do Campo - São Paulo