



TRATAMENTO DE

# SUPERFÍCIE

ANO 12 Nº 49

Fevereiro/Março 91

Eventos

Programa Cultural

Notícias

Matérias Técnicas:

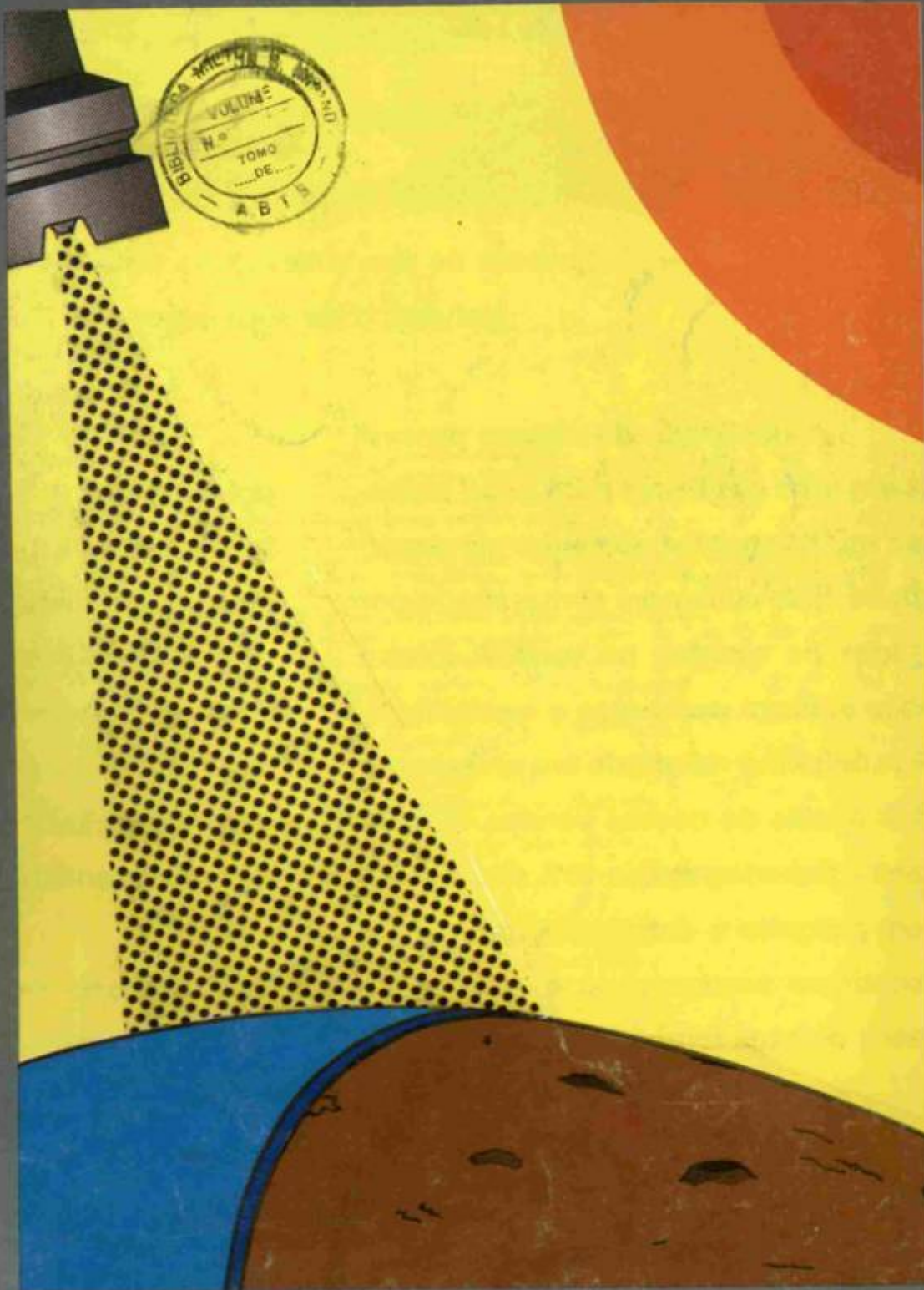
PVD

Eletrodeposição

Deposição Química

Marketing

Novos Produtos





**O símbolo de seu sucesso no tratamento  
galvânico de superfícies**

**A qualidade de nossos processos é uma das bases para o seu sucesso no tratamento galvânico de superfícies. Este sucesso é comprovado por todos os clientes no mundo inteiro que utilizam processos e equipamentos Schering refletindo em crescimentos anuais de nossas vendas. A cada ano a Schering aplica 10% das vendas em pesquisa e desenvolvimento para continuar assegurando o sucesso de seus clientes também no futuro.**

**Com 10 filiais e mais de 30 representantes, a Schering está presente em todos os mercados importantes do mundo e sempre perto de você.**

**A nossa experiência de muitos anos em todas as áreas da galvanotécnica tornaram a Schering o seu parceiro confiável. Estamos preparados para cumprir as suas exigências, hoje e no futuro.**

**Nós sabemos o que você espera de nós!**



**Galvanotécnica**

# ÍNDICE

*Revista Tratamento de Superfície*

*Órgão de divulgação da ABTS  
Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície  
Fevereiro/Março 1991 - Fascículo 49 - Ano 12*

**4 EDITORIAL**

**5 EVENTOS ABTS/91**

**6 PROGRAMA CULTURAL**

**8 NOTÍCIAS**

**12 PLANAR MAGNETRON SPUTTERING  
CONSTRUÇÃO E APLICAÇÕES**

*Sérgio A.B. Bilac e Eduardo A. Farah*

**24 EFEITOS DE TEOR DE FÓSFORO E DO  
TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE A  
RESISTÊNCIA CONTRA A CORROSÃO  
DE NÍQUEL QUÍMICO**

*K.S. Rajam, Indira Rajagopal e*

*S.R. Rajagopalan*

**29 A APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE  
ENGENHARIA À PRÁTICA DA  
ELETRODEPOSIÇÃO**

*Huk Y. Cheh*

**34 MARKETING**

**35 NOVOS PRODUTOS**

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 congrega 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.



ABTS - Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície

Av. Paulista, 1.313 - 9º - Cj. 913

Fone: (011) 251.2744

Presidente: Airi Zanini

Vice-Presidente: Rolf Herbert Ett

Diretor 1º Secretário: Alfredo Levy

Diretor 2º Secretário: Ailton Moreira Sanches

Diretor Tesoureiro: Carlo Berti

Diretor Cultural: Roberto Motta de Sillos

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

Conselheiro Honorário: Mozes Manfreda Kostmann

Secretária: Marilena Kallagian

Homenagem: Roberto Della Manna

Delegados: Antonio Gomes de Souza - Manaus

Fone: (092) 237.2148

Gilmar Souza Cupollilo - Rio de Janeiro

Fone: (021) 590-8096

Eugênio Carlos Carvalhido Izabel - Paraná/Sta. Catarina

Fone: (041) 202.4104

Heitor Dario de Barros Benatti - Rio Grande do Sul

Fone: (054) 223-1495

Juraci Braz Zanardi - Rio Grande do Sul

Fone: (0512) 76-2709

Produção: AGENTEC

Diretora Editorial: Regina Botero

Diretores: Reinaldo Botero - Gill Cavalcanti

Editora Executiva: Arlete Caetano Cesar

Direção de Arte: Cláudio Conte Jr.

Fotocomposição: S & S Lançamentos Gráficos

Publicidade: Ana Maria Ferreira

Marketing Publicitário: Yasmine Massri

Revisão: Anamaria Bella

Secretárias: Carmelita Moraes, Dora Lourenço e Nilta Quaresma

Fotografia: Célia Anahin

**AGENTEC**

Agência Técnica de Comunicação

Rua Crasso, 160 - CEP 05043 - Lapa - São Paulo

Tel: (011) 864.9262

# EDITORIAL



*A realização do 13º Congresso Internacional de Tratamentos de Superfície, o Interfinish, agora em 1992, é uma oportunidade que podemos e devemos capitalizar.*

*É a ocasião e o momento para que todos e cada um de nós se empenhe em angariar novos sócios para nossa Associação.*

*A notoriedade e o prestígio alcançado pela ABTS, que lhe permitiu sediar tão importante evento, deve servir de estímulo e argumento para o ingresso de novas empresas e um maior número de profissionais em seu quadro associativo.*

*Cada um de nós tem que ser capaz de transmitir, àqueles que serão alcançados pelos eventos programados durante o Interfinish/92, a importância de nossa Associação e as oportunidades que ela abre às empresas e aos profissionais no estudo, na pesquisa e desenvolvimento de novas técnicas, novos processos e mais amplas alternativas.*

*A atual conjuntura está obrigando as empresas a um maior investimento no desenvolvimento de seu pessoal, no aprimoramento de sua técnica e diminuição de seus custos, e a ABTS tem uma importante colaboração a prestar nesse aspecto. Por isso espero que tal evento redunde em substancial aumento de nossa "Renda Social, anuidade".*

*Carlo Berti  
Diretor Tesoureiro*

# PROGRAMA CULTURAL

## EVENTOS ABTS/91

LOCAL	MÊS	DATA	TEMÁRIO	EMPRESA RES.
S. Paulo	Fevereiro	25/02 a 19/03	41º Curso Básico de Galvanoplastia.	ABTS
Rio de Janeiro	Março	11/03 a 03/04	42º Curso Básico de Galvanoplastia.	ABTS
S. Paulo	Março	26	Palestra sobre Tratamento de Efluentes.	ROHCO/C. HUGEN-NEYER/EFLUENTES
S. Paulo	Abril	30	Palestra sobre Pintura sobre plásticos	GLASSURIT
S. Paulo	Maior	28	Palestra sobre Galvanoplastia.	Em aberto
S. Paulo	Junho	3 a 7	11º Seminário sobre Tratamento de Efluentes.	EFLUENTES CONSULT.
		17 a 24	2º Seminário de Pintura sobre Plásticos.	ABTS
		25	Palestra sobre Pintura.	CORAL
Belo Horizonte		03 a 27	43º Curso Básico de Galvanoplastia.	ABTS
S. Paulo	Julho	01 a 25	44º Curso Básico de Galvanoplastia para Estudantes.	ABTS
		30	Palestra sobre Galvanoplastia.	EM ABERTO
S. Paulo	Agosto	12 a 23	1º Seminário sobre Controle Estatístico do Processo.	ABTS/VTB
		27	Palestra sobre Aplicações Técnicas em Galvanoplastia	ORWEC
Curitiba		19 a 23	12º Seminário sobre Tratamentos de Efluentes.	EFLUENTES CONSULT.
S. Paulo	Setembro	16 a 23	Seminário sobre Pintura Técnica.	ABTS
		24	Palestra sobre Equipamentos de Pintura.	ENCO
Rio Grande do Sul		02 a 26	45º Curso Básico de Galvanoplastia.	ABTS
S. Paulo	Outubro	21 a 25	3º Seminário sobre Segurança e Toxicologia na área de Tratamento de Superfície.	ABTS
		29	Palestra sobre Galvanoplastia.	EM ABERTO
S. Paulo	Novembro	04 a 26	46º Curso Básico de Galvanoplastia.	ABTS
Joinville		18 a 22	13º Seminário sobre Tratamento de Efluentes.	EFLUENTES CONSULT.
S. Paulo		28	Palestra sobre Processos de Galvanoplastia.	ANION

Programa sujeito a alterações.

Solicitamos que as empresas interessadas em proferir as habituais palestras na ABTS, entrem em contato com a nossa secretaria pelo telefone 251-2744, para que sejam abertas novas datas.

## 41º CURSO BÁSICO DE GALVANOPLASTIA

Patrocinado pela ABTS, Fiesp/Ciesp e Sindisuper, foi realizado, entre os dias 25 de fevereiro e 19 de março, o 41º Curso Básico de Galvanoplastia, em São Paulo, iniciando a programação de eventos planejada pela Associação para este ano.

Técnicos com larga experiência no setor desenvolveram os seguintes temas: noções de química; cálculo para eletrodeposição; equipamentos para galvanoplastia; pré-tratamento químico e eletrolítico; pré-tratamento mecânico; banhos para fins técnicos; banhos de zinco, cobre, níquel e cromo; tratamento de efluentes; fosfatização; eletropolimentos e anodização; circuitos impressos; banhos de metais preciosos; e controle de processos.

Os Certificados de Participação foram entregues no dia 26 de março por Alberto Walendzus, Orlando Corraini Filho e Carlos Alberto Amaral, durante o coquetel realizado por ocasião da mesa redonda: "Tratamento de Efluentes - como atender a lei."

### Participantes

Fernando Jonas Mergulhão - Brasmetal Waelzholz S/A Indústria e Comércio; José Alexandre Marcondes Machado - Eletro Plastic S/A; Sérgio Marcos Colato - Fábrica Nac. de Parafusos e Rebites Ltda.; Adão Pitombeira de Souza - General Electric do Brasil S/A; Peter Jost e Ricardo Augusto Guidorizi Sanches - Gessy Lever - Divisão Lever Industrial; Carlos Alberto dos Santos - Getoflex Metzeler Indústria e Comércio Ltda.; Rubens de Assis



Participante do curso, Carlos Alberto Amaral, Orlando Corraini Filho Alberto Walendzus na entrega dos certificados



Participantes

Vidal Toledo e Nilton Aparecido da Silva - M.A. Comércio de Montagem de Bijouterias Ltda.; José Alves Lopes - Mangels Tratamento de Superfície S/A; Edilson Sanches Mariscal - Multivisão Indústria e Comércio Ltda.; Luciene Quelho

Kaiser Saliba - Semco S/A; Aldo Alcaro - Sergal Galvanização Indústria e Comércio Ltda.; Fernando Pereira Daun - Tupã Eletrodeposição Ltda.; José Aparecido Fernandes - Válvulas Schrader do Brasil S/A; Sivaldo Gonçalves - W. Sita & Cia. Ltda.

## Comunicado

O Departamento Cultural da ABTS comunica que, em virtude das dificuldades atuais, decidiu remanejar a sua programação cultural. Assim que possível, realizará o Curso de Custos que foi retirado da Agenda.

## PROGRAMA CULTURAL

### BIBLIOTECA MILTON G. MIRANDA

A biblioteca Milton G. Miranda, em pleno funcionamento desde o segundo semestre de 1989, coloca à disposição para consulta publicações técnicas, havendo também a possibilidade de cópias xerox, em nossa sede, av. Paulista, 1313 - 9º andar - cj. 913, no horário das 9:00 às 11:00 e das 14:00 às 17:30 h.

Para mantê-lo atualizado, estamos publicando a relação das obras constantes no acervo da biblioteca, que conta hoje com 35 publicações.

Airton Moreira Sanchez, membro do Conselho Diretor da ABTS e responsável pela implantação da biblioteca, falou sobre a importância deste acervo para aqueles que encontram dificuldades no seu dia-a-dia e que podem vencê-las consultando estas obras, dentre as quais ressaltou as mais recentes aquisições da biblioteca: *Zinc Plating e Electroless Plating - Fundamentals & Applications*, por serem publicações atuais e de grande valor técnico.

#### Acervo

- 001 - Anais do Ebrats'83 (Vários autores)
- 002 - Anais do Ebrats'85 (Vários autores)
- 003 - Introduction to Paint Chemistry (Turner, G.P.A.)
- 004 - Electrostatic Power Coating (Hughes, Dr. J.F.)
- 005 - Phosphating of Metals (Lorin, Guy)
- 006 - Chromium Plating (Weiner, Robert / Walmsley, Adriam)
- 007 - The Technology of Anodizing Aluminium (Brace, A. W. / Sheasby, P. G.)
- 008 - Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns (Colpaert, Humbertus)
- 009 - Tintas Métodos de Controle de Pinturas e Superfícies (Fazano, Carlos A.)
- 010 - Handbook for Solving Plating Problems (Durney, Lawrence J.)
- 011 - Anais do Ebrat'87 (Vários autores)
- 012 - Finishing and Electroplating Die Cast and Wrought Zinc (Safraneck, W.H. / Brooman, E. W.)

- 013 - Conversion Coatings (Biestek, T. / Weber, J.)
- 014 - Metal Finishing Guide Book Directory 1988 (Vários autores)
- 015 - Aços e Ligas Especiais (Costa e Silva, Andre Luiz da / Mei, Paulo Roberto)
- 016 - Gold Plating, Technology (Reid, H. Frank / Goldie, Willian)
- 017 - Modern Electroplating (Lowenheim, Frederick A.)
- 018 - A Prática Metalográfica (Fazano, Carlos A. T. V.)
- 019 - Electroplating Engineering Handbook (Durney, Lawrence J.)
- 020 - Paint and Surface Coatings (Theory / Practice) (Lambourne, Ronald)
- 021 - (English - Portuguese) Comprehensive Technical Dictionary (Sell, Lewis L.)
- 022 - Surface Finishing Shop Guide (Vários autores)
- 023 - Metal Finishing - Guide Book and Directory Issue'83 (Vários autores)
- 024 - Electroplating (Lowenheim, Frederick A.)
- 025 - Drew Princípios de Tratamento de Água Industrial (Vários autores)
- 026 - Metal Finishing (Interfinish 80) (Haruyama Shiro)
- 027 - Anais do Ebrats'89 (Vários autores)
- 028 - Control de Calidad en La Electrodeposicion de Metales (Julve, Dr. E.)
- 029 - Galvanotécnica Técnica y Procedimientos (Gayman J. / Farkas, G.)
- 030 - The Chemical Analysis of Electroplating Solutions (Irvine, Terrance H.)
- 031 - Zinc Plating (Geduld, Herb)
- 032 - Handbook for Analysis of Surface Finishing Solutions (Vários autores)
- 033 - Surface Engineering for Wear Resistance (Budinski, G. Kenneth)
- 034 - Proteção contra corrosão (Cecchini, Marco A. G. - Senai)
- 035 - Electroless Plating Fundamentals & Application (Hajdu, Juan / Mallory, Glenn O.)

## 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

## MESA REDONDA: TRATAMENTOS DE EFLUENTES COMO ATENDER A LEI

Foi realizada no dia 26 de março último, no Salão Nobre da Fiesp, a mesa redonda composta pelos engenheiros Célio Hugenneyer Jr., diretor da Hugenneyer Consultoria e Comércio Ltda., Jacob Zugman, diretor da Efluentes Consultoria Industrial S/C Ltda. e Ludwig Spier, consultor do Grupo Rohco/Roshaw quando abordaram o tema "Tratamento de Efluentes - Como atender a lei", com a intermediação de Carlos Alberto Amaral.

Este assunto foi desmembrado da seguinte forma:

- 1 - Legislação - Poluição das Águas
  - Classe dos corpos receptores
  - Padrões de emissão
  - CONAMA
  - Casos específicos = Pb, Cd, etc.
- 2 - Legislação - Resíduos Sólidos



Ludwig R. Spier, Célio Hugenneyer Jr., Carlos Alberto Amaral e Jacob Zugman

- 3 - Monitoramento
    - Vazão
    - Composição, temperatura, pH, etc.
- A abertura deste evento, o primeiro promovido pela ABTS,

Fiesp/Ciesp e Sindisuper este ano, onde os profissionais do setor de Tratamento de Superfície se reencontraram, foi marcado pelo coquetel oferecido pela ABTS, Rohco, Roshaw, Efluentes, Hugenneyer e Sindisuper.

## 42º Curso Básico de Galvanoplastia

Entre os dias 11 de março e 4 de abril, realizou-se na sede da Westinghouse Indústria Eletrônica Brasileira S.A., na cidade do Rio de Janeiro, o 42º Curso Básico de Galvanoplastia. O alto nível técnico que os participantes deste curso têm demonstrado é notório, bem como o excelente trabalho de divulgação realizado pelo delegado regional Gilmar Souza Cupollillo.

A ABTS agradece desde já, as excelentes instalações cedidas pela Westinghouse e através do engenheiro Ricardo P.S. Melo os esforços no sentido de tornar possível a realização deste curso.

Na próxima edição será publicada a cobertura completa do 42º Curso Básico de Galvanoplastia.



Discos de Pano e  
Sisal p/ Polimento

Metalúrgica Polystamp Ltda.

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



# NOTÍCIAS

## 2.º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TINTAS

Entre os dias 3 e 5 de setembro próximo, será realizado, no Centro de Convenções do Parque Anhembi, o 2.º Congresso Internacional de Tintas, com o objetivo de reunir os profissionais que atuam nas áreas técnicas e no mercado das indústrias de tintas.

Este evento é promovido e organizado pela ABRAFATI - Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas, e conta com o apoio do Sindicato das Indústrias de Tintas e Vernizes de São Paulo, da ABIQUIM, da ANFATIS, da Associação Brasileira dos Pequenos e Médios Fabricantes de Tintas, e do Sindicato das Indústrias de Tintas e Vernizes e de Preparação de Óleos Vegetais e Animais do Município do Rio de Janeiro.

O patrocínio é das seguintes empresas: Adexim/Comexim S/C Administração; Basf Brasileira S/A; Brasilata S/A Embalagens Metálicas; Cia. Alcool Química Nacional; Cia. Metalúrgica Prada; Dow Química S/A; DuPont do Brasil S/A; Henkel S/A Inds. Químicas; Hoechst do Brasil S/A; Oxiteno do Nordeste S/A; Resana S/A Inds. Químicas; Rhodia S/A; Rohm and Haas do Brasil Ltda.; Shell Brasil S/A Petróleo; e Union Carbide do Brasil Ltda.

O 1.º Congresso Internacional de Tintas aconteceu em maio de 1989 no Centro de Convenções Rebouças quando, na ocasião, foram reunidos aproximadamente 60 palestristas técnicos que proferiram conferências sobre diversos assuntos relacionados a tinta para 800 congressistas.

As empresas patrocinadoras do evento trouxeram técnicos de alto

gabarito. O grande conteúdo técnico do congresso gerou ótima repercussão, alcançando reconhecimento internacional.

O 2.º Congresso contará com quatro anfiteatros onde serão ministradas, simultaneamente, quatro conferências.

O programa prevê 6 sessões plenárias e 72 palestras, abrangendo os seguintes tópicos:

- Grupo I  
O mercado brasileiro de tintas e a década de 90.
- Grupo II  
Tintas: meio ambiente, saúde e segurança.
- Grupo III  
Qualidade: o desafio da década.
- Grupo IV:  
Tendências e perspectivas da indústria de tintas: tecnológicas e de mercado.
- Grupo V  
Pesquisa e desenvolvimento para atender às necessidades dos anos 90.
- Grupo VI  
Tintas: técnicas, processos e equipamentos para manufatura e aplicações.

Os idiomas oficiais do Congresso serão português e inglês, com tradução simultânea.

Entre os conferencistas inscritos este ano, 70% são do exterior. Personalidades de grande relevância no mundo das tintas, matérias-primas e métodos de análise.

Segundo Ernst J. Blumenthal, vice-presidente da ABRAFATI - Associação Brasileira de Fabricantes de Tintas, o número de congressistas esperado é de aproximadamente 1.200

profissionais, que terão a oportunidade única de debaterem suas dúvidas, diretamente com as grandes personalidades do setor.

O prazo para a entrega dos trabalhos já está esgotado, sendo que o número de trabalhos recebidos superou expectativas dos organizadores.

Para a exposição, que acontecerá paralelamente ao evento, já foi reservado um grande número de stands pelas empresas de grande potencial do mercado brasileiro, entre fornecedores de matérias-primas, embalagens e equipamentos para indústrias de tintas. Estarão à disposição os melhores técnicos destacados pelas empresas para transmitir aos congressistas todos os tipos de informações relacionadas a seus produtos.

"Apesar das dificuldades momentâneas na economia, em nenhum momento o interesse pelo Congresso diminuiu. Não tivemos desistência nem de expositores, nem de patrocinadores. Ao contrário, o interesse é cada vez maior. Só com novas idéias, novos produtos, e alto índice de produtividade é que as empresas, individualmente, poderão enfrentar o problema inerente do País. O Congresso vai proporcionar a geração de inúmeras idéias. Eu estou bastante otimista, aliás, como todos os patrocinadores e demais envolvidos na realização deste evento. Desejamos que todas as pessoas, com interesse no ramo, compareçam ao congresso e aproveitem essa oportunidade única, porque só no exterior existe evento similar, no Brasil, só acontece a cada três anos," concluiu Ernst J. Blumenthal.

## 59ª Conferência Internacional Surface Finishing de 24 a 26 de abril – Torquay – Inglaterra

A Conferência deste ano ocupará três dias completos com sessões múltiplas. De acordo com a tradição do IMF, a Conferência apresentará os melhores trabalhos técnicos provenientes de muitos países.

Este evento é destinado a providenciar um fórum dos últimos avanços na pesquisa e no desenvolvimento dos processos de acabamento de superfície e propriedades de aquecimento. O objetivo é reunir especialistas de pesquisa básica atuantes em sistemas de "acabamento de superfícies" e utilitários que se deparam com aplicações industriais, com ênfase especial nos seguintes campos:

- películas e processos eletrônicos;
- revestimentos químicos;
- revestimentos eletrodepositados;
- revestimentos orgânicos;
- acabamento de alumínio;
- tratamentos termoquímicos;
- deposição em fase de vapor;
- processos e produtos de aspersão térmica;
- engenharia de superfície;
- desempenho de engenharia incluindo propriedades tribológicas, mecânicas e de corrosão;
- considerações de higiene e segurança ambiental dos processos de revestimentos;
- aplicações em transportes.

## Euro-Asian/ Interfinish'91

Entre os dias 21 e 24 de outubro próximo se realizará a Conferência Euro-Asian Interfinish'91, no Dan Accadia Hotel - Herzlia - Israel, que teve a data de sua realização adiada porque estava programada para este mês de abril.

Trabalhos adicionais serão aceitos pelo Comitê Organizador e considerados para apresentação na Conferência. Resumos (250 - 300 palavras) devem ser submetidos à secretaria da Ortra Ltd. até o dia 21 de julho próximo.

Maiores informações poderão ser obtidas na Ortra Ltd.  
P.O. Box 50432, Tel-Aviv 61500, Israel  
Tel. 972-3-664825  
Fax: 972-3-660952  
Tx: 361142 ORTRL

## SITs

Acontecerá, no Salão Nobre do Parc de Expositores de Paris Nord-Villepinte entre os dias 16 a 19 de abril próximo, um ciclo de conferências-debates promovidos pela A.P.T.S. (Associação para Promoção dos Tratamentos de Superfície) e pelo SITs (Sindicato Geral das Indústrias de Materiais e Processos para os Tratamentos de Superfície).

Cada uma delas ocorrerá durante meio período para a comodidade dos participantes, permitindo desta forma melhor aproveitamento do tempo entre visitas às exposições e conferências.

## Programação

### MÓDULO I

Tratamentos de Superfície e o Automóvel

### MÓDULO II

Modo de aplicação de Pintura e a Proteção do Meio Ambiente.

### MÓDULO III

Tratamentos de Superfície e Automatização

### MÓDULO IV

Tratamentos de Superfície e Eletrônica

### MÓDULO V

Melhoria da Qualidade nos Tratamentos de Superfície.



- NÍQUEL QUÍMICO NOR
- NÍQUEL DURO NOR
- CROMAÇÃO PRETA E DECORATIVA
- CROMAÇÃO ACETINADA
- ZINCO PRETO BRILHANTE E BICROMATIZADO
- CROMATIZAÇÃO DE ALUMÍNIO (ALODINE)

QUALIDADE ASSEGURADA NAS INDUSTRIAS AUTOMOBILISTICAS

Galvanoplastia RAGESI Ltda.

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



## Os Congressos Interfinish e a International Union for Surface Finishing

Foi na Inglaterra, em 1937, que se realizou pela primeira vez um congresso internacional de tratamentos de superfície, sob os auspícios da então denominada "Electrodepositors Technical Society" - hoje, "Institute of Metal Finishing" -, a primeira "International Conference". Foi então fundada a "International Union for Electrodeposition and Surface Finishing".

Após o inevitável período de interrupção devido à II Grande Guerra, a "International Union for Surface Finishing" retomou suas atividades, promovendo congressos quadrienais. Foi um batalhador incansável nesta tarefa o Dr. Simon Wernick que, como Secretário Geral Honorário, tanto do "Institute of Metal Finishing" como da "International Union", dedicou-se à propagação do tratamento de superfície até 1989, data em que, a seu pedido, retirou-se dessa atividade, passando a ocupar o cargo de Vice-Presidente Honorário da "Union", recém-criado em sua homenagem.

A "International Union" é uma federação de sociedades nacionais de tratamentos de superfície. Até há pouco dela participavam as associações dos seguintes países: Alemanha, Austrália, Brasil, Cingapura, Espanha, Estados Unidos da América, Finlândia, França, Grã-Bretanha, Holanda, Hong Kong, Israel, Itália, Japão, Suécia, Suíça.

Este ano solicitaram também sua participação a Coreia do Sul e a Dinamarca, que elevarão, portanto, o total a 18 países. - Diversos países do Bloco Oriental (URSS, Polónia, Hungria, Bulgária), bem como a República Popular da China, estão demonstrando interesse em ingressar no grupo.

Possuímos o registro dos seguintes congressos Interfinish: 1972 - Suíça; 1976 - Holanda (Amsterdã); 1980 - Japão (Kyoto); 1984 - Israel (Tel

Aviv); 1988 - França (Paris), e agora teremos o de 1992 no Brasil (São Paulo).

A International Union, além da sua atividade patrocinadora de Congressos - Internacionais a cada quatro anos, e de regionais a intervalos menores, em anos não coincidentes com os congressos internacionais - dedica-se à difusão de todos os assuntos ligados aos tratamentos de superfície. Constitui um campo de interesse especial a formação de pessoal técnico, em todos os níveis, para este segmento.

O atual presidente da International Union for Surface Finishing é nosso consócio Volkmar Ett. São seus vice-presidentes nosso também consócio Mozes Manfredo Kostmann e René Tournier, da França, seu ex-presidente. O secretário geral honorário é Dr. David Gabe, da Grã-Bretanha, e o secretário executivo assistente é Bruce Wilson, da Austrália.

zinco e suas ligas;  
níquel químico (autocatalítico);  
metais preciosos;  
revestimentos de cobre-níquel-cromo;  
deposição de camadas de ligas e de compósitos;  
tratamentos termoquímicos;  
tratamento de metais leves;  
tratamentos químicos;  
PVD e CVD;  
revestimentos contínuos;  
camadas de alta resistência à corrosão;  
camadas de alta resistência ao desgaste;  
revestimentos orgânicos;  
camadas com propriedades elétricas ou magnéticas especiais;  
eletroformação;  
circuitos impressos;  
proteção contra a corrosão no campo;  
análise e ensaios;  
controle e garantia da qualidade;  
proteção do meio ambiente;  
segurança e higiene do trabalho;  
desenvolvimento de recursos humanos.

Poderão também ser abordados assuntos fora destes campos específicos.

A correspondência deverá ser enviada à Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície, Av. Paulista, 1313, Conj. 913, 01311 - São Paulo.

### Chamada de Trabalhos

A Comissão Organizadora do Congresso Interfinish 1992, a ser realizado entre 5 e 8 de outubro de 1992 no Palácio das Convenções Anhembi em São Paulo, está recebendo até 31 de julho p.f. a pré-inscrição de trabalhos destinados àquele evento. Para isto deverá ser enviado o título, mesmo que provisório, do trabalho proposto, acompanhado de algumas indicações explicativas de seu conteúdo. Posteriormente serão enviadas aos pré-inscritos instruções detalhadas quanto à apresentação do "Resumo" ("Abstract") e do trabalho.

As línguas oficiais do congresso são inglês e português, e os campos de interesse especial previstos são os seguintes:

### FIESP Apóia o Interfinish

A Federação e o Centro das Indústrias do Estado de São Paulo, através do seu presidente Mario Amato, confirmaram o apoio institucional ao nosso evento.

Também recebemos as congratulações para a Diretoria e os desejos de pleno êxito.

# PVD

## PLANAR MAGNETRON SPUTTERING CONSTRUÇÃO E APLICAÇÕES

SÉRGIO A. B. BILAC E EDUARDO A. FARAH

Melhor trabalho nacional apresentado no EBRATS/89, agraciado com a medalha "Engenheiro Gerhard Ett".

Instituto de Física "Gleb Wataghin"  
UNICAMP - Campinas - SP - Brasil

A técnica de deposição de filmes por "magnetron sputtering" apresenta vantagens em relação aos demais métodos, tais como: simplicidade de equipamento; altas taxas de deposição; maior densidade do material depositado; aderência; baixo custo de manutenção.

A possibilidade de deposição de ligas metálicas, além da deposição de compostos por processos reativos, torna esse sistema muito versátil e de larga aplicação em metalurgia, microeletrônica, óptica, supercondutividade e energia solar.

Um catodo do tipo planar com 30 cm de comprimento, totalmente desenvolvido e caracterizado em nosso laboratório, apresenta as mesmas características de deposição de "magnetrons" comerciais similares.

Já foram produzidas camadas metálicas de Al, Cu, Ti, Cr; camadas de ligas de latão e aço inoxidável, além de deposições reativas de TiN.

Atualmente, estamos desenvolvendo um sistema de controle para a deposição reativa, de maneira a estabilizar as condições deste tipo de deposição e conseguir camadas sempre com as mesmas propriedades de cor e dureza.

### 1 - Introdução

A técnica de deposição de filmes por "sputtering" de alta razão foi desenvolvida em escala de laboratório no final da década de 70, e as primeiras aplicações comerciais começaram a surgir no início da década de 80. A partir desta época, esta técnica de deposição vem, paulatinamente, substituindo outros tipos de deposições tradicionais, como evaporação a vácuo, CVD (chemical vapour deposition) e mesmo eletrodeposição de vários materiais, tanto elementares como compostos ou ligas. Possibilitou, também, a obtenção de filmes de novos materiais até então não produzidos por métodos convencionais.

O rápido progresso na utilização desta técnica se deve às vantagens apresentadas em relação aos outros métodos de obtenção de filmes.

Primeiramente, o confinamento magnético do plasma nas proximidades do alvo possibilita a realização do "sputtering" do material com uma alta razão de deposição. Este aumento pode ser de  $10^1$  a  $10^4$  vezes a razão de deposição do "sputtering" tradicional em corrente contínua, e pelo menos 10 vezes em radiofrequência. Esta característica do processo viabilizou a sua utilização na produção industrial de filmes em larga escala.

Ao mesmo tempo, o confinamento magnético dos elétrons evita o aquecimento dos substratos, possibilitando o recobrimento de materiais sensíveis à temperatura.

Sendo o "sputtering" um processo eminentemente energético, devido ao bombardeio das partículas carregadas (íons), os filmes obtidos são sempre de densidade próxima à do material original ("bulk") e com excelentes características de aderência ao substrato.

A emissão de material do alvo é consequência de seu bombardeamento por íons do gás inerte. Sendo este um processo onde os íons emitem moléculas do alvo por troca de energia de impacto, a espécie destas moléculas tem pouca influência na taxa de emissão. Desta maneira pode-se depositar filmes de ligas metálicas com composição química bastante próxima da do material do alvo.

Além disso, a introdução de um gás reativo (oxigênio, nitrogênio, metano) na câmara de deposição permite a obtenção de filmes de materiais compostos, como óxidos, nitretos e carbetos, a partir dos alvos elementares. Ainda mais, a característica energética do "sputtering" possibilita a obtenção destes filmes compostos a temperaturas do substrato substancialmente mais baixas do que outros processos.

No caso do "magnetron" operado com corrente contínua, a simplicidade do equipamento e de sua operação, associadas a um baixo custo de manutenção, fazem desta técnica uma poderosa e econômica ferramenta de obtenção de filmes, que são largamente utilizados em diversos campos, tais como: microeletrônica, metalurgia, óptica, supercondutores, energia solar, filmes decorativos, etc.

## 2 – “Sputtering” e “Magnetron Sputtering”: Princípios Básicos

Dentre as várias maneiras de produção do fenômeno “sputtering”, o mais simples é aquele obtido por corrente contínua, com dois eletrodos, o chamado “sputtering” convencional, que é efetuado numa câmara a uma pressão entre  $10^{-2}$  e  $10^{-1}$  torr.

O material do qual se deseja fazer o “sputtering”, o alvo, será o catodo no circuito e terá uma alta voltagem negativa (DC) a ele aplicada. O substrato, sobre o qual se deseja fazer o filme, é colocado num suporte aterrado (que será o anodo) e um gás inerte é introduzido na câmara a uma pressão específica (Fig. 1 a).

Quando a voltagem é aplicada, surge uma corrente muito pequena, devida à presença de um pequeno número de íons e elétrons resultantes de vários fatores, como, por exemplo, raios cósmicos e emissão termoiônica.

A ação do campo elétrico resulta na aceleração dos elétrons que colidem com os átomos do gás inerte, ionizando alguns desses átomos, gerando assim íons e mais elétrons (que chamamos de elétrons secundários), para produzir a descarga luminescente.

Desta forma, as partículas carregadas produzidas são também aceleradas pelo campo, os elétrons dirigem-se para o anodo (efetuando mais ionizações neste trajeto), e os íons positivos rumam em direção ao catodo. Desta maneira, flui uma corrente no circuito.

Quando os íons positivos atingem o catodo, arrancam alguns átomos do alvo, liberando também elétrons secundários deste, elétrons estes que, juntamente com os elé-

trons secundários provenientes da ionização do gás, são responsáveis pela manutenção da descarga luminescente.

Os átomos ejetados do catodo não têm direção preferencial, ou seja, espalham-se pela câmara e, conseqüentemente, alguns destes átomos atingem o substrato, onde há a condensação e a formação de um filme.

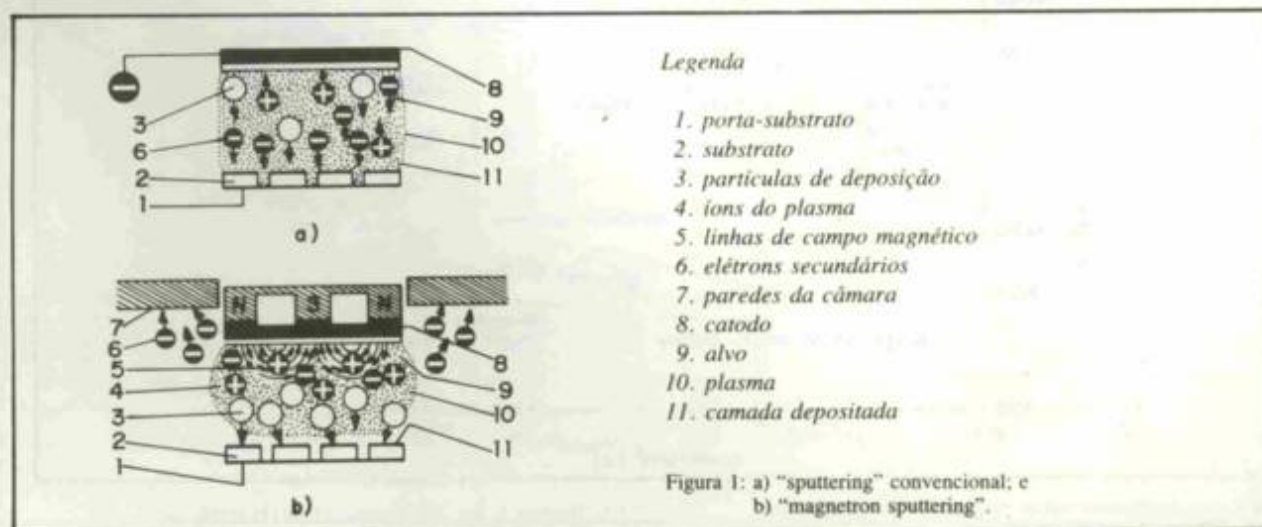
O “sputtering” convencional atua a voltagens altas (milhares de volts) e a descarga ionizante se espalha por toda a câmara, tornando este processo extremamente ineficiente em comparação com outros processos de deposição. Devido às altas pressões usadas, 20 a 100 mtorr, o caminho livre médio dos átomos do catodo é pequeno e estes atingem o substrato com baixa energia, fazendo com que a aderência do filme fique prejudicada. A taxa de deposição é baixa, devido à ineficiência do processo.

Além disso, os elétrons secundários gerados pela própria descarga são orientados pelo campo elétrico na direção do substrato. Elétrons de alta energia, bombardeando continuamente o substrato, vão gerar calor neste, elevando sua temperatura.

Este tipo de “sputtering” é então restrito a substratos não sensíveis a altas temperaturas.

O “sputtering” realizado por eletrodos do tipo “magnetron” utiliza campos magnéticos gerados por ímãs permanentes ou eletroímãs, para atuarem como armadilha de elétrons. Estes são colocados estrategicamente nas proximidades do alvo, e aumentam o efeito ionizante dos elétrons. Este fato possibilita trabalhar-se com pressões baixas ( $10^{-4}$  torr).

Os ímãs são arranjados de tal forma que originem na frente do catodo um “caminho fechado”, onde se localizam as linhas de campo magnético (Fig. 1 b).



# PVD

Apesar do grande número de geometrias utilizáveis, todas elas apresentam a particularidade de possuir um caminho fechado para os elétrons. Nesta região, o campo magnético é sempre perpendicular ao campo elétrico.

Devido à formação desta armadilha de elétrons, a região de ionização (plasma) se restringe à área próxima à superfície do catodo.

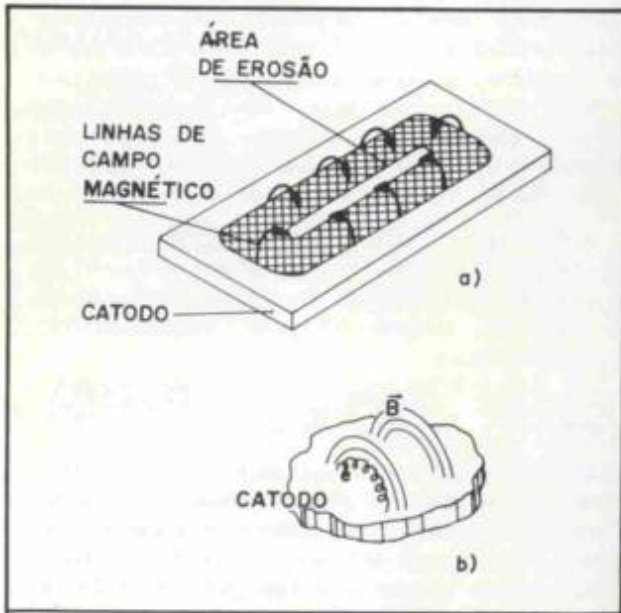


Figura 2: a) configuração do campo magnético próximo ao catodo; b) movimento espiralado do elétron nos campos magnético e elétrico estático.

O confinamento do plasma em uma região pequena e próxima ao catodo é o fato preponderante desta técnica de deposição, pois permite, simultaneamente, que a descarga se realize a pressões mais baixas, tensões mais baixas e correntes mais altas, aumentando conseqüentemente a eficiência do processo. Tudo isto devido à trajetória mais alongada de um elétron, espiralando-se em torno das linhas de campo magnético, conforme a Figura 2.

O elétron confinado não sai das proximidades do catodo, conseqüentemente, não existe no processo de "magnetron sputtering", o aquecimento excessivo do substrato por bombardeamento de elétrons secundários.

O aumento da eficiência do processo é responsável pela obtenção de taxas de deposição de  $10^3$  a  $10^4$  vezes maiores que o "sputtering" convencional, possibilitando a confecção de camadas com espessuras de microns em tempos de alguns minutos.

O "magnetron", como todo dispositivo elétrico, tem sua característica tensão/corrente. No caso do "magnetron sputtering" a característica V-I revela a eficiência do confinamento do processo de ionização na descarga de plasma (Fig. 3). O modo "magnetron" obedece a uma relação da forma  $I = KV^n$ , onde I é a corrente no catodo e V o potencial do mesmo. O índice n é uma medida do confinamento do plasma, que está relacionada com a armadilha dos elétrons, e que indica a eficiência da geometria utilizada.

O "sputtering" convencional apresenta um índice de eficiência n, da ordem de (1), e o processo de "magnetron sputtering" sempre um índice entre 4 e 9.

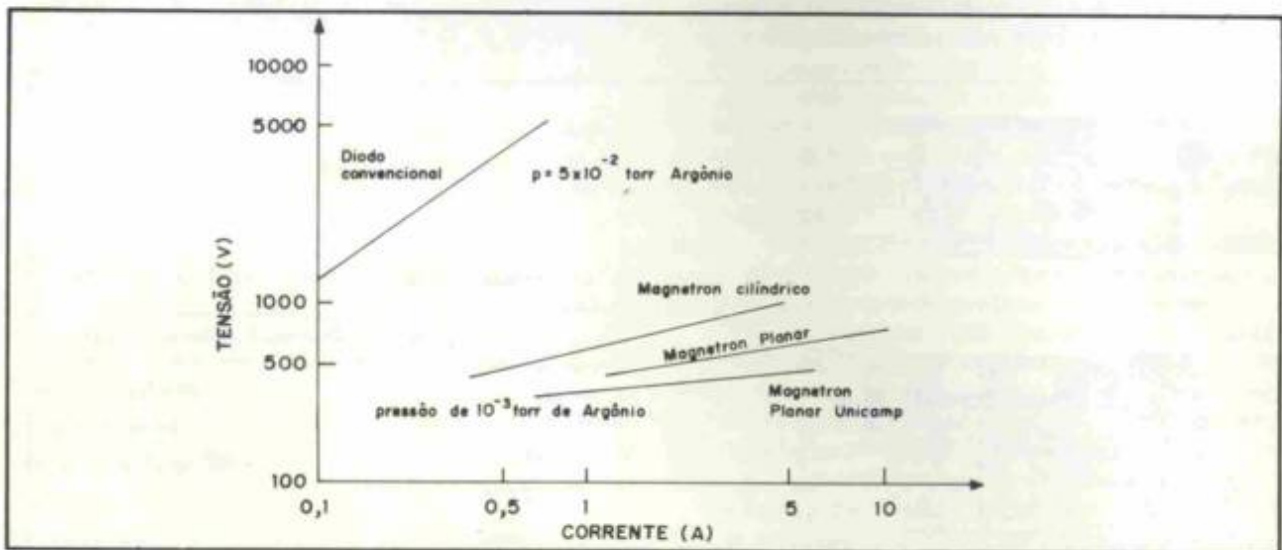


Figura 3: curva característica V x I de "magnetrons", comparada com "sputtering" convencional\*

\* J.A. Thornton, J. Vac. Sci. Technol. 15 (2) 171 (1978) pág. 5.

# PVD

## 3 - Construção e Caracterização de um Catodo Tipo Planar.

Foram projetados e construídos vários tipos de catodos planares, com diferentes tamanhos e configurações geométricas de campos magnéticos. O que se mostrou mais apropriado para utilização foi um catodo planar com dimensões de 30 cm de altura por 12 cm de largura, conforme mostra a Figura 4.

A caixa do catodo foi construída em aço e depois cromada, para obedecer aos requisitos de limpeza e durabilidade de sua superfície externa. O alvo consiste em uma chapa do material que se deseja depositar, tendo uma espessura entre 3 e 6 mm, e refrigera-

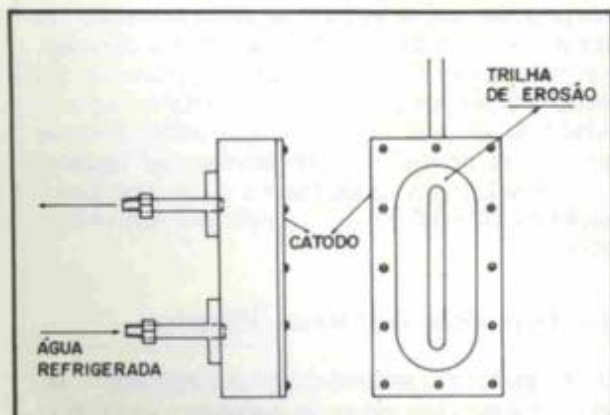


Figura 4: configuração do catodo construído na UNICAMP.

do diretamente por água, que circula entre os ímãs situados na sua parte posterior. A refrigeração do catodo é crítica por causa da grande potência nele dissipada. A vedação é feita por "O rings" de borracha.

Para a geração do campo magnético usamos vários materiais, tais como: Alnico, ferrites de bário, de estrôncio e de samário-cobalto, cada um com diferentes graus de aceitação. A componente transversal máxima do campo magnético em frente ao alvo pode variar entre 200 e 1000 Gauss.

A trilha de erosão é aproximadamente um anel retangular, como mostra a Figura 4.

O catodo foi montado em uma câmara de vácuo cilíndrica de 30 cm de diâmetro por 40 cm de altura, bombeada por um sistema de vácuo constituído por um "trap" de nitrogênio líquido, uma difusora Edwards EO4, e uma bomba mecânica rotativa Welch Modelo 1376 "Duo-Seal", provido de todas as válvulas e acessórios, alcançando uma pressão final da ordem de  $10^{-6}$  torr.

A câmara (aço inoxidável) foi construída nas oficinas da Unicamp e possui todos os requisitos para a operação de deposição, tais como: passantes de alta tensão e água refrigerada para o catodo, visores para monitoração da descarga, entrada de gases através de válvulas agulhas, passante rotativo com motor para movimentação do substrato, sistema de aquecimento para o substrato, etc. Um desenho esquemático do sistema de deposição está mostrado na Figura 5.

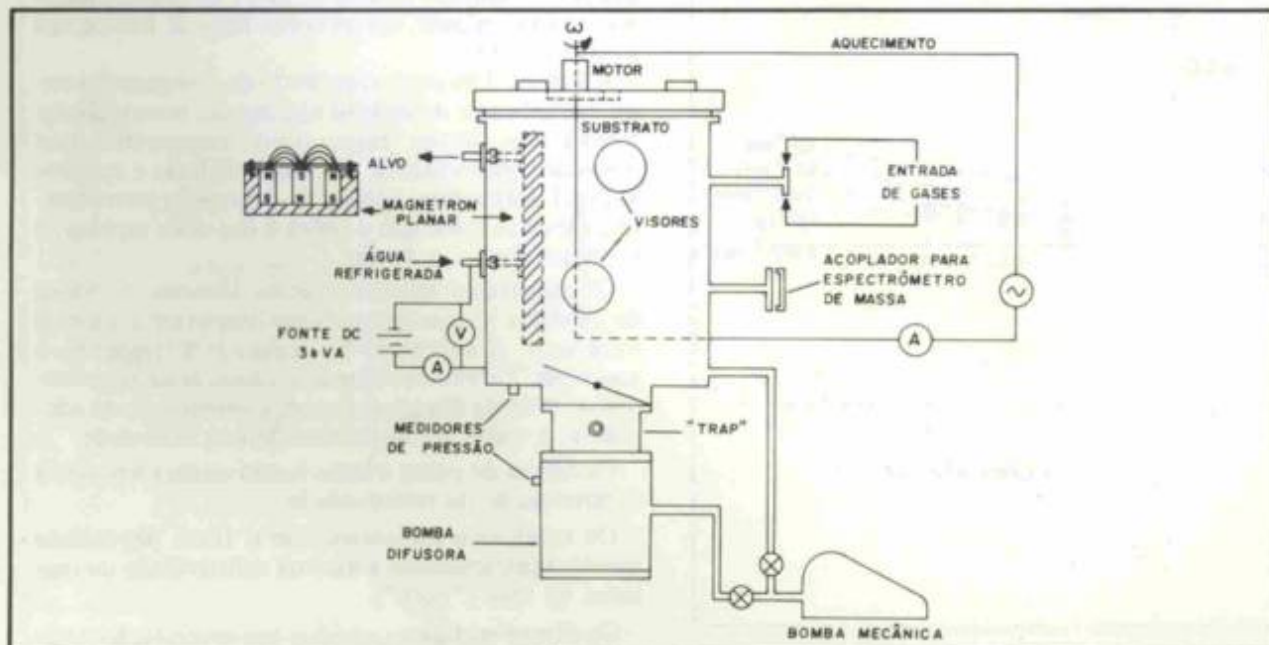


Figura 5: sistema de "sputtering" com catodo do tipo planar.

A potência elétrica é fornecida ao catodo por um variac acoplado a um transformador de 3 kVA, cuja tensão máxima é 750 volts. Um retificador supre a corrente contínua necessária ao funcionamento do catodo.

Os catodos "magnetrons" são comumente operados em atmosfera residual de argônio, em pressões entre  $10^{-4}$  e  $5 \times 10^{-2}$  torr, com tensões aplicadas da ordem de 300 a 700 volts. Nestas condições, a densidade média de corrente no catodo pode chegar a 100 mA/cm<sup>2</sup>, resultando em densidades médias de potência da ordem de 50W/cm<sup>2</sup>. Geralmente, a máxima potência que pode ser aplicada no catodo é limitada pela capacidade de refrigeração do alvo.

A família de curvas características (VxI) de operação do "magnetron" por nós construído, em função da pressão, para um alvo de aço inoxidável 316, está mostrada na Figura 6.

O "índice de confinamento n", determinado pela expressão  $I = KV^n$ , obtido para estas curvas é da ordem de 9 (nove), mesmo para pressões baixas como  $10^{-4}$  torr, o que revela um confinamento de plasma de características excelentes e semelhantes aos diversos tipos de catodos comerciais, como mostrados na Figura 3.

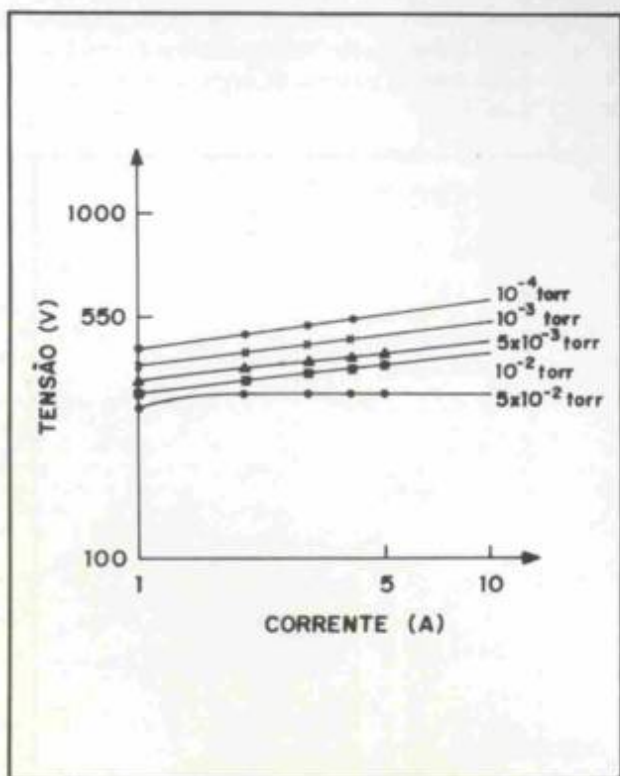


Figura 6: curva característica (VxI) do "magnetron" UNICAMP, para um alvo de aço inoxidável 316.

A nossa fonte de potência está muito abaixo da potência máxima que o catodo pode suportar, e produz apenas uma densidade de potência até 14 W/cm<sup>2</sup>. Estamos providenciando uma fonte bem mais potente, para podermos extrair toda a versatilidade que este nosso catodo permite.

## 4 - Deposição de Filmes

Teoricamente, qualquer material pode ser depositado por "sputtering", desde que possa ser obtido em formato apropriado para ser usado como alvo. O "magnetron sputtering" permite atingir altas razões de deposição, cujos tempos de processamento são compatíveis com os exigidos para fins industriais. Essas razões são, no entanto, ainda menores do que aquelas obtidas por evaporação. Entretanto, a possibilidade de se usar catodos com grandes áreas de emissão, recobrando conseqüentemente grandes áreas dos substratos, pode fazer a razão total de deposição do material do alvo comparável para os dois processos.

### 4.1 - Deposição de Filmes Metálicos

O "magnetron", excitado com corrente contínua, opera somente com alvos de materiais condutores. Foram estudadas as características de deposição e dos filmes obtidos a partir de alvos de cobre, alumínio, titânio, níquel, assim como ligas de latão e aço inoxidável 316.

A Figura 7 mostra o resultado da comparação entre as razões de deposição obtidas em nosso laboratório e dois outros "magnetrons" comerciais, para alvos de cobre e titânio. Os filmes de latão e aço inoxidável apresentam razões de deposição semelhantes. Deve-se notar que o cobre é dos mais rápidos, e o titânio dos mais lentos.

Os substratos utilizados eram lâminas de vidro de 25 mm x 75 mm previamente limpas em acetona e ultra-som. A deposição foi realizada à temperatura ambiente. Os filmes sobre as lâminas eram submetidos ao teste da fita adesiva para a verificação da aderência, e todos se mostraram de boa qualidade.

Os filmes de cobre e latão foram analisados para a determinação da resistividade.

Os resultados indicaram que o filme depositado mantém praticamente a mesma resistividade do material do alvo ("bulk").

Os filmes metálicos obtidos por evaporação a vácuo, geralmente possuem resistividades muito



# PVD

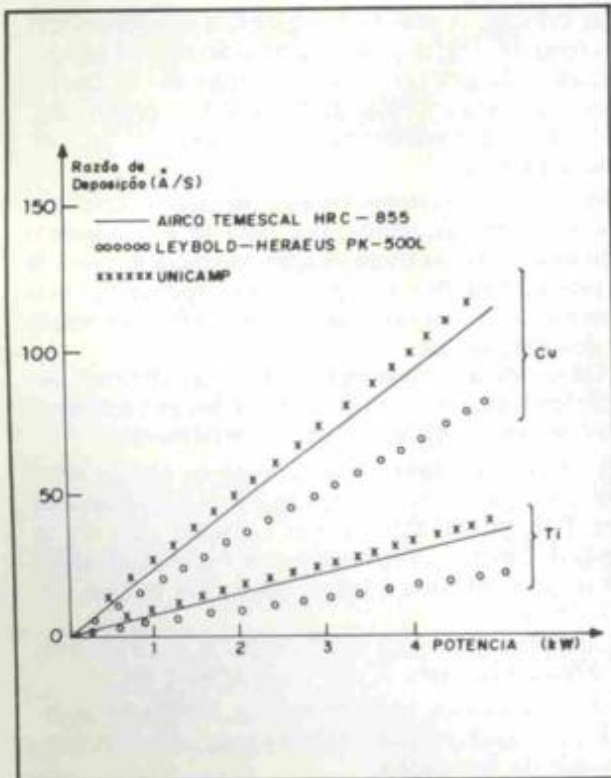


Figura 7: comparação entre as razões de deposição e a potência aplicada para "magnetrons" comerciais e o da UNICAMP.

maiores do que a do material de origem, e esta depende fortemente dos parâmetros de deposição.

As excelentes qualidades de aderência, resistividade e densidade dos filmes obtidos por "sputtering" se devem principalmente ao bombardeamento contínuo do substrato pelas moléculas e íons energéticos formados no processo. O choque das moléculas e íons no filme que está se formando evita o aparecimento de inclusões das moléculas do gás residual da câmara de deposição. A contínua transferência de energia mecânica por impacto entre as moléculas produz uma maior mobilidade destas durante a formação do filme, induzindo a ausência de defeitos.

Os filmes de latão foram caracterizados por raios X, conforme a Figura 8, indicando que a estrutura do filme depositado é praticamente idêntica à do material do alvo ("bulk").

Os filmes de latão foram também analisados quanto a sua composição química, para a verificação das semelhanças com a liga. Os resultados mostraram que, apesar de diversas condições de deposição, a composição química variou no máximo em 5% com relação ao alvo que era de  $(64,0 \pm 0,4) \%$  de Cu.\*

Estamos conduzindo investigações no sentido de descobrir aços especiais com aço inoxidável, tendo

\* Dados fornecidos pela Fábrica de Cordilhas da Pirelli do Brasil, Sumaré-SP.

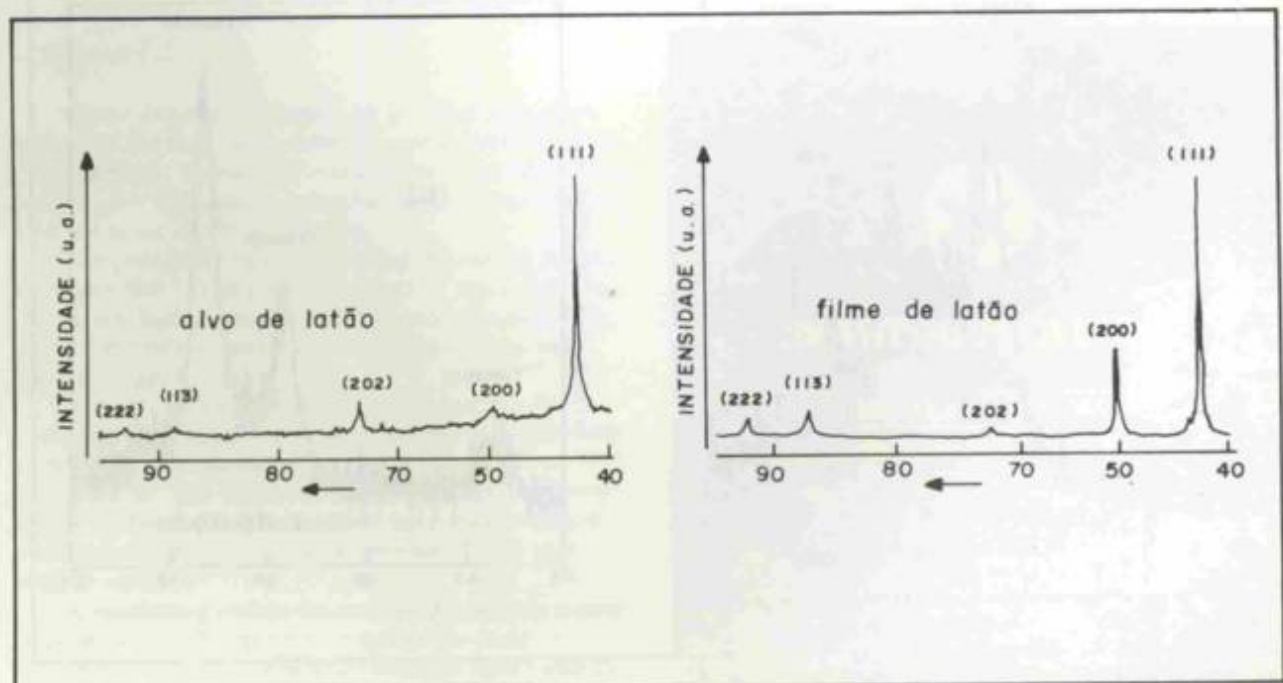


Figura 8: espectros de difração de raios X para um "sputtering" de latão.

em vista a proteção contra corrosão. Este método permite deposições a baixas temperaturas, de maneira a não influenciar na tempera dos materiais. O "sputtering" também não apresenta o inconveniente da hidrogenação preferencial nos contornos de grão, provocado pelo recobrimento eletroquímico, induzindo à fragilidade do aço. As primeiras tentativas têm-se mostrado promissoras.

## 4.2 - Deposição Reativa

Podemos obter camadas de materiais compostos, como, por exemplo, nitretos, óxidos e carbetos, a partir do material metálico básico, adicionando-se um gás reativo na câmara (nitrogênio, oxigênio e metano) durante a deposição. O gás reage com o material que está sendo depositado e a quantidade deste na camada pode ser controlada exatamente pelo quociente entre a razão de "sputtering" e a pressão parcial do gás reativo.

Com este método estamos obtendo filmes de TiN, com a intenção de formar camadas protetoras de alta dureza para ferramentas de corte, assim como superfícies decorativas douradas.

As condições de obtenção de filmes TiN com características de cor e dureza bem definidas são bas-

tante críticas. A pureza dos gases, a estequiometria do composto que depende da pressão parcial dos gases, além da alta razão de deposição são os fatores principais para a formação de camadas apropriadas. Todos estes parâmetros requerem monitoração contínua e precisa.

Nossos experimentos foram, até agora, conduzidos sem estes requisitos, por falta de equipamento apropriado. Nossa monitoração consistia na medida da pressão total do gás, da razão de "sputtering" (via corrente de descarga) e na observação da coloração da descarga no gás.

Apesar disso, conseguimos realizar algumas deposições sobre lâminas de vidro, com as características de cor aceitáveis, mas não repetitivas.

A análise por raios X do composto obtido mostrou, em alguns casos, a presença de TiO juntamente com TiN, principalmente nas camadas cuja cor se afasta do amarelo. Provavelmente é a contaminação por oxigênio devida à impureza do gás reativo que utilizamos.

Exemplos deste fato são mostrados nos espectros de difração de raios X das Figuras 9a e 9b.

Até o momento, nenhum teste de dureza foi realizado na camada obtida, em virtude da falta de repetibilidade da deposição.

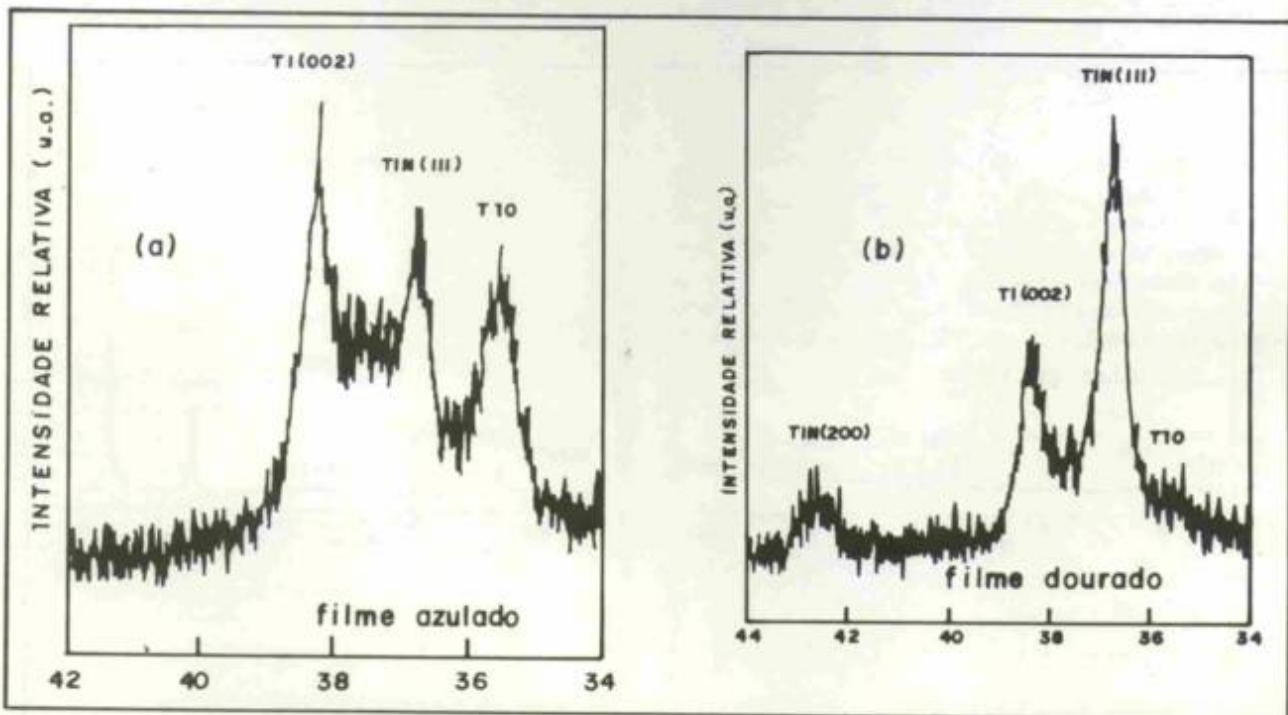


Figura 9: espectros de difração de raios X em filmes de TiN produzidos por deposição reativa: a) atmosfera residual contaminada, b) atmosfera residual não contaminada.

# PVD

Presentemente, está sendo montado o sistema completo de monitoramento por meio de um espectrômetro de massa tipo quadrupolo, de um medidor de pressão absoluta tipo Barocel (financiados pela FAPESP) e de um detector de razão de deposição, construído em nosso laboratório.

## 5 - Conclusão

Atualmente temos um catodo tipo magnetron planar, construído totalmente nas oficinas da Unicamp, de características muito semelhantes a catodos comerciais.

Esse catodo se presta perfeitamente à obtenção de camadas metálicas elementares, de ligas e de compostos, que podem ser utilizadas para diversos fins.

O sistema ainda está em desenvolvimento, requerendo diversos aperfeiçoamentos, tais como: aumento da potência da fonte do "magnetron", utilização de gases mais puros e sistemas de monitoração que estão sendo providenciados.

Temos como objetivo primordial a obtenção de filmes de TiN para recobrimento de ferramentas de corte.

## - Abstract -

*Planar Magnetron Sputtering is a film deposition technique that has many advantages compared to the other PVD methods. Easiness of construction, high deposition rates, higher film density, adhesion, and low maintenance cost are some of the advantages.*

*The possibility of metallic alloy deposition besides the deposition of compounds by reactive processes make this system highly versatile and very usefull in metallurgy, micro-electronics, optic, superconductivity and solar energy.*

*A planar cathode, 30 cm length, projected, built and completely characterized in our laboratory, presents the same deposition characteristics as the commercial products. Al, Cu, Ti and Cr metallic layers, and alloy layers of brass and stainless steel have been obtained. Furthermore, some reactive deposition of TiN was already obtained.*

*A monitoring system for reactive depositions is now in progress. Each deposition requires the same experimental conditions in order to obtain layers with the same properties, colour and hardness.*

## Os autores

*Sérgio A. B. Bilac - Licenciado (1967), Mestre em Física (1973) e Doutor em Ciências (1978) pela Universidade de Campinas - Unicamp. Professor Assistente e Doutor no Instituto de Física da Unicamp. Área de atuação: Produção e caracterização de filmes obtidos a vácuo; Tecnologia de Vácuo. Participação em diversos congressos, reuniões e cursos.*



*Eduardo Araújo Farah - Licenciado (1967), Mestre em Física (1972) e Doutor em Ciências (1978) pela Universidade de Campinas - Unicamp. Pós-Doutoramento (1979-1981) no KFA Julich - Rep. Fed. da Alemanha. Professor Assistente e Doutor no Instituto de Física da Unicamp. Área de atuação: análise química por microscopia eletrônica e iônica (superfícies); produção e análise de filmes; metalurgia física e tecnologia de vácuo. Participação em congressos: Curso sobre tecnologia de vácuo (básico e avançado) ministrado na Sociedade Brasileira de Vácuo (desde 1985).*

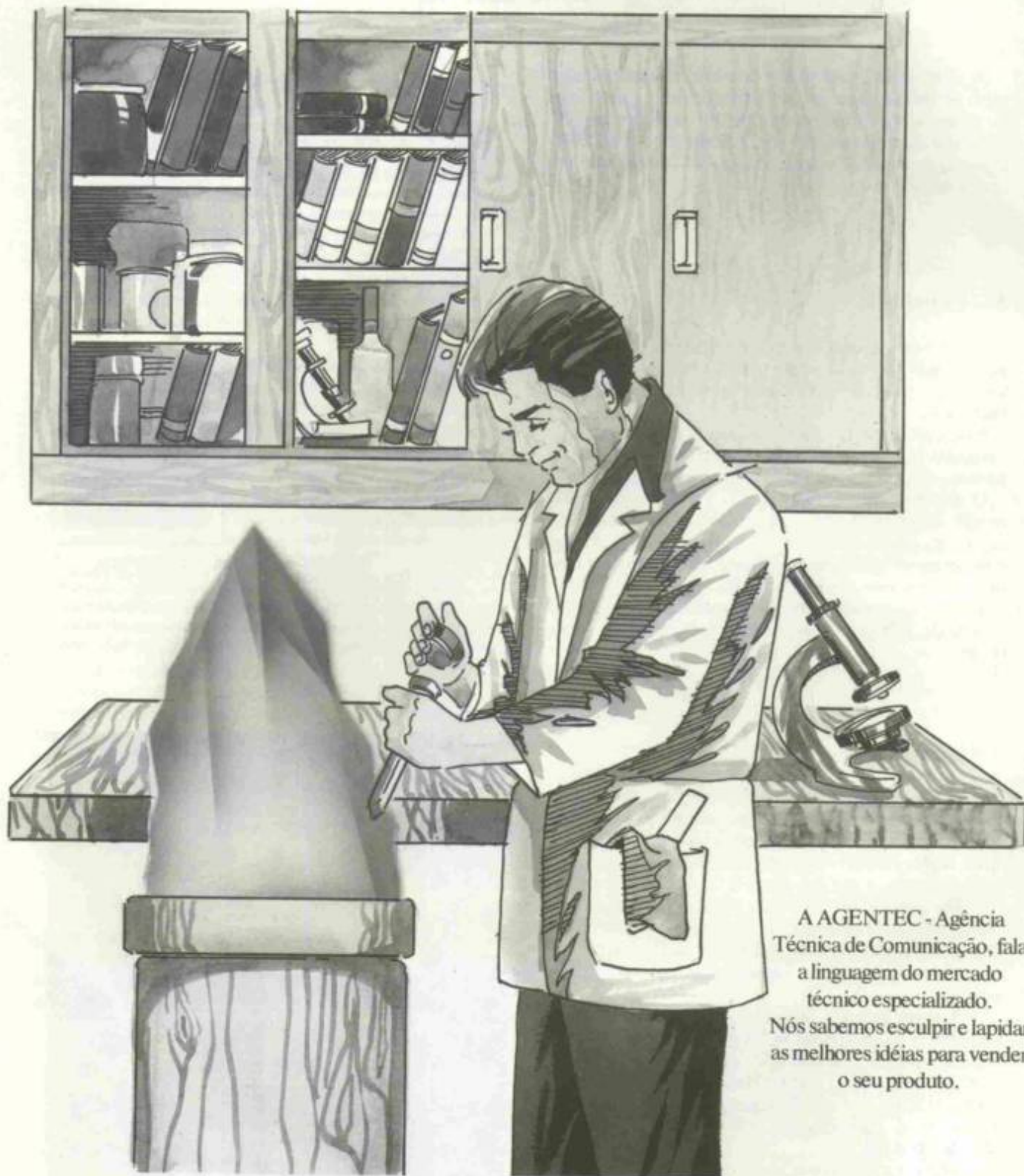


**EKASIT QUÍMICA LTDA.**

Massas e discos para  
polir, fosquear e lapidar  
Produtos químicos

Rua João Alfredo, 480  
Tel.: (011) 5 23-0022 e 2 46-71 44  
04747 - São Paulo

# BASTA DE TRATAMENTOS SUPERFICIAIS



A AGENTEC - Agência  
Técnica de Comunicação, fala  
a linguagem do mercado  
técnico especializado.  
Nós sabemos esculpir e lapidar  
as melhores idéias para vender  
o seu produto.

---

## AGENTEC

Agência Técnica de Comunicação - Rua Crasso, 160 - 05043 - SP - Fones: (011) 864.9262

# 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

# A UNIBETHA QUÍMICA

## GARANTE A ENTREGA E INOVA



## sulfato de zinco solução purificada

Contando com caminhões-tanques, capacidade de 10.000 ou 20.000 Lts e equipado com Bomba de Acoplamento a Ar comprimido, coloca em seu Tanque ou Container, sem trabalho e máxima segurança. Dentro dos mínimos limites de contaminação e acima dos teores de ZINCO

recomendados; o produto segue a risca as restrições seguintes:

SULFATO DE ZINCO PURIFICADO	- Solução a 800 g/L
TEOR DE ZINCO METÁLICO	- 185 g/L (MÍNIMO)
TEOR DE FERRO	- 10 ppm (MÁXIMO)
TEOR DE CLORETOS	- 80 ppm
COBRE - CHUMBO e ANTIMÔNIO	- ISENTOS

Quem já produz com excelente qualidade:

SULFATO DE NÍQUEL SOL.	600 g/L
CLORETO DE NÍQUEL SOL.	800 g/L
CLORETO DE ZINCO SOL.	600 g/L
CLORETO DE POTÁSSIO SOL.	500 g/L

Só poderia fazer o melhor SULFATO DE ZINCO para servir o mercado mais exigente.



## UNIBETHA Química LTDA.

Rua Alba, 1741 - Vl. Santa Catarina - SP - CEP 04369  
Tel.: 543-4935 - Telex 11 53893 HAQU

# UNIBETHA

## TÉCNICA E PRECISÃO

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

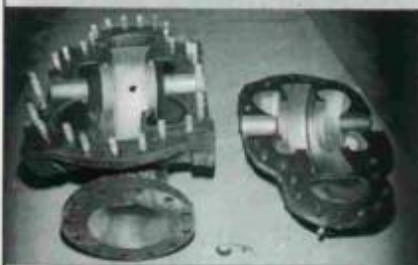


**UNIBETHA Química LTDA.**

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


# NÍQUEL QUÍMICO CASCADURA

A proteção  
da  
superfície,  
com uma  
profunda  
experiência!



A corrosão só ataca a superfície, nela atua a Cascadura.  
Consulte-nos sobre aplicação de NÍQUEL QUÍMICO.  
Com ele o núcleo pode ser em ferro ou alumínio, que a superfície estará protegida.

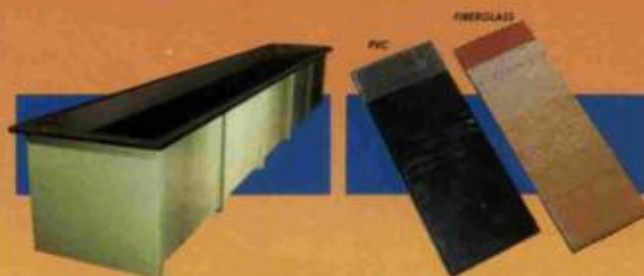
Cascadura. Tecnologia de Superfícies.

**CASCADURA**   
INDUSTRIAL S.A.

Fábricas: SAO e SPO - Av. Mofarrej, 908 e 825  
CEP 05311 - São Paulo - SP - (011) 260-0566  
Telex 1183942/1183455  
Fábrica SAN - Stº André - SP - (011) 449-9700  
Fábrica BET - Betim - MG - (031) 591-1022  
Fábrica SSA - Simões Filho - BA - (071) 594-7155  
Fábrica RIO - Rio de Janeiro - RJ - (021) 372-7725  
Fábrica ODA - Diadema - SP - (011) 456-5025  
Fábrica POA - Sapucaia do Sul - PR - (041) 222-7354  
Fábrica RFA - Alemanha - (0049) 7324-3091  
Escritório Técnico Vitória - ES - (027) 255-1193  
Escritório Técnico Recife - PE - (061) 339-5388

## REVESTIMENTO ANTI-CORROSIVO PROJETO E CONSTRUÇÃO

ISOLE SEU CAPITAL  
DA CORROSÃO



### REVESTIMENTO

FIBERGLASS  
PVC RIGIDO  
LENÇOL DE PVC  
POLIPROPILENO  
BORRACHA/EBONITE

### PROJETO E CONSTRUÇÃO

TANQUES  
TUBULAÇÕES  
RESERVATÓRIOS  
LAVADORES DE GÁS  
LINHAS AUTOMÁTICAS  
\* TRATAMENTO DE EFLUENTES

RST REVESTIMENTOS ANTI-CORROSIVOS LTDA.

Av. Polidura, 804 - Cumbica/Guarulhos - SP - CEP 07230  
Fone: (011) 912-7728/912-1094 - Fax: (011) 912-6762

Representantes: RS - CONSUPLAST (0512) 23-5758

RJ - TIRITEC (021) 261-4544 • MG - REDESA (031) 212-3936

NE - C.A.F. (081) 222-3731



CONSULTE PELO Nº 4204-01

## 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



## A Aplicação dos Princípios de Engenharia à Prática da Eletrodeposição

Huk Y. Cheh

Reproduzida com autorização da *Plating & Surf. Fin.* 77, n° 9, 54-57 (set. 1990). Tradução e adaptação de Alfredo Levy

A 31ª Conferência "William Blum" foi apresentada na reunião SUR/FIN®'90 Boston-Internacional por Dr. Huk Y. Cheh, recipiendário do Prêmio de Realização Científica AESF de 1989.

*Apresenta-se a aplicação dos princípios fundamentais de transferência de massa e de cinética de eletrodos à prática da eletrodeposição. Discutem-se exemplos específicos, incluindo deposição pulsada de ligas, deposição em furos passantes, e a deposição de materiais compósitos.*

A eletrodeposição de metais e de ligas tem sido praticada na indústria desde a segunda metade do século passado. Esta aplicação inclui, todavia, sempre uma grande quantidade de práticas empíricas. Foi somente nas últimas duas décadas que se desenvolveu uma apreciação racional, baseada em princípios sólidos de engenharia. Apresentam-se os aspectos básicos e práticos da eletrodeposição, demonstrando-se a aplicação destes princípios a três projetos de pesquisa.

### CONSIDERAÇÕES FUNDAMENTAIS E PRÁTICAS NA ELETRODEPOSIÇÃO

Os aspectos básicos da eletrodeposição incluem transferência de massa, cinética de eletrodos e estrutura das camadas eletrodepositadas. Estas características influem mutuamente umas sobre as outras, e não podem ser estudadas independentemente. Assim, p.ex., a transferência de massa determina a concentração superficial do íon de metal, a qual, por sua vez, afeta a velocidade do processo de deposição, bem como a estrutura da camada eletrodepositada.<sup>1</sup> É também conhecido que a cinética do processo de deposição depende da estrutura da camada eletrodepositada.<sup>2</sup>

Os aspectos práticos da eletrodeposição envolvem a distribuição de corrente e/ou do metal, a composição da camada depositada durante a deposição de ligas, e as propriedades físicas das camadas eletrodepositadas. Para a deposição de um metal único com eficiência de corrente de 100%, as distribuições de corrente e de

metal são idênticas. A meta usual na eletrodeposição é a de alcançar uma distribuição uniforme do metal, qualquer que seja a geometria do sistema. O prognóstico satisfatório da distribuição de corrente e/ou de metal em um determinado sistema, depende primordialmente da aptidão do galvanizador de analisar racionalmente a transferência de massa e a cinética do processo de deposição. Na deposição de ligas, é também importante controlar a composição do depósito, a fim de alcançar as propriedades físicas e químicas desejadas. A composição do depósito somente pode ser avaliada se forem conhecidos o transporte, bem como a termodinâmica e a cinética, do processo de deposição complexo.

As propriedades físicas das camadas eletrodepositadas são da maior importância. Infelizmente, as correlações entre a estrutura do depósito e as variáveis do processo de eletrodeposição usualmente são empíricas, mesmo que tenha havido um progresso considerável neste campo durante a última década.

### APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE ENGENHARIA À ELETRODEPOSIÇÃO

Uma análise de engenharia de um processo de eletrodeposição baseia-se na teoria fenomenológica de processos de transporte no eletrólito e na cinética da reação na interface solução-catodo. As equações fundamentais do transporte em eletrólitos diluídos foram discutidas detalhadamente por Newman.<sup>3</sup> As aplicações destas equações seguiram duas direções principais. Com densidades de corrente baixas, onde a variação da concentração do íon de metal nas imediações do catodo é desprezível, a distribuição de corrente obedece a lei de Ohm e o potencial de solução segue a equação de Laplace.<sup>4</sup> Nestas condições a distribuição de corrente depende somente da geometria do sistema, desde que a reação de eletrodo seja reversível. O resultado é designado como distribuição de corrente primária. Se, de outro lado, a reação efetuar-se a uma velocidade finita,<sup>5, 6</sup> a

distribuição de corrente (designada como distribuição de corrente secundária) depende, além dos fatores geométricos, de outros parâmetros, incluindo as dimensões do catodo, a condutividade da solução de deposição, e a cinética da reação do catodo. Quanto menor o catodo, tanto maior a condutividade da solução, e quanto mais irreversível a reação do catodo, tanto mais uniforme a distribuição de corrente e/ou de metal. Isto constitui a base de uma observação feita pelo autor<sup>7</sup>, de que, na ausência de um agente nivelador, um sistema de eletrodeposição com uma distribuição de microcorrente uniforme tem uma distribuição não-uniforme de macrocorrente.

Com densidade de corrente elevada, o transporte de massa do íon reagente torna-se o controlador de velocidade. A densidade de corrente é proporcional ao gradiente de concentração do íon reagente na interface eletrólito-catodo.<sup>3</sup> Um parâmetro importante é a espessura da camada de difusão de Nernst, que é função da intensidade de agitação e das propriedades físicas da solução de deposição. Quanto mais intensa a agitação, tanto mais fina a camada de difusão. Em um sistema agitado, a espessura da camada de difusão situa-se, tipicamente, na faixa de 10 a 100  $\mu$  m. Uma espessura uniforme da camada de difusão ao longo do perfil de uma macro-superfície tem como consequência uma distribuição de corrente relativamente uniforme sobre o perfil, enquanto a variação local da espessura da camada de difusão sobre o perfil de uma micro-superfície é responsável pela distribuição mediocre da microcorrente. Estas conclusões foram comprovadas por observações experimentais.<sup>7</sup>

## PROJETOS DE PESQUISA RECENTES

### Eletrodeposição pulsada de ligas

A eletrodeposição pulsada significa que a corrente aplicada consiste de uma série de correntes de onda quadrada, ligadas-desligadas, repetitivas. A transferência de massa em eletrodeposição pulsada foi analisada pelo autor<sup>8</sup>, utilizando um modelo de difusão de Nernst para um sistema com eletrodo de disco giratório. Este modelo foi posteriormente melhorado por Viswanathan et al.<sup>9</sup>, levando em consideração uma convecção rigorosa, mantendo a condição de acessibilidade uniforme sugerida por Levich.<sup>10</sup>

Na eletrodeposição pulsada, pode-se demonstrar que o sistema geralmente se aproxima de um estado periódico após alguns ciclos. Se a densidade de corrente pulsada, que faz com que a menor concentração superfi-

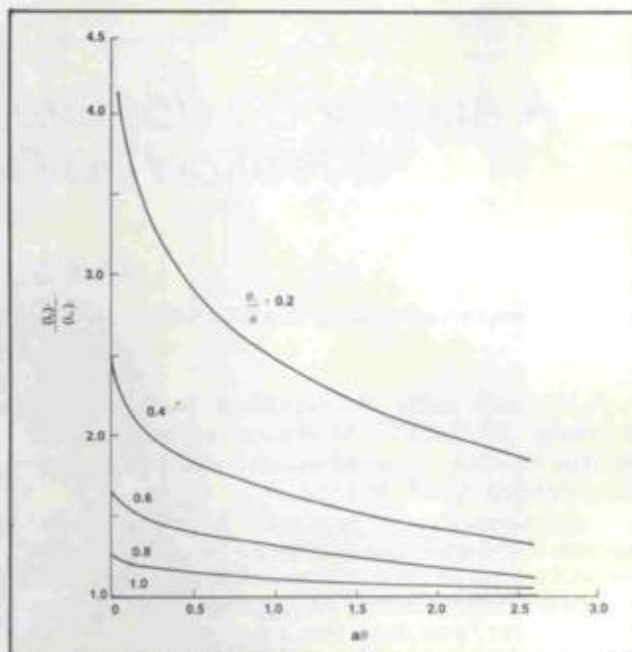


Figura 1 - Densidade de corrente limite instantânea na eletrodeposição pulsada.<sup>8</sup>

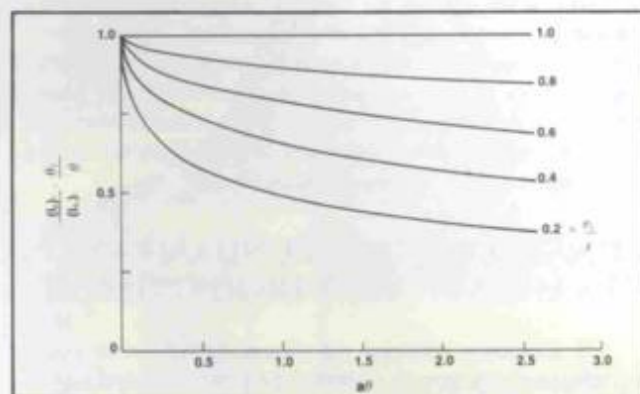


Figura 2 - Densidade de corrente limite média na eletrodeposição pulsada.<sup>8</sup>

cial do cátion chegue a zero, for definida como sendo a densidade de corrente limite instantânea, o seu valor pode ser obtido pela solução das equações de transporte. Na Figura 1 apresentam-se resultados da relação entre a densidade de corrente limite instantânea e as condições com eletrodeposição com corrente contínua, como funções do ciclo de trabalho e do tempo. A relação entre a densidade de corrente limite média e a da eletrodeposição com corrente contínua é mostrada na Figura 2. É evidente que, quanto menor o ciclo de trabalho, tanto maior a densidade de corrente limite instantânea.

Isto é razoável, já que com ciclos de trabalho menores concede-se mais tempo para a recuperação do cátion dentro da camada de difusão. Todavia, todas as densidades de corrente limite instantâneas, qualquer que seja o ciclo de trabalho, com tempos prolongados aproximam-se assintoticamente das da deposição com corrente contínua. É muito importante observar que a densidade de corrente limite média é sempre menor que a na deposição com corrente contínua. Estes resultados foram confirmados em numerosos sistemas.<sup>8,9</sup>

Este modo de abordar foi estendido por Cheng<sup>11</sup> à eletrodeposição da liga Sn-Pb. Este problema foi resolvido numericamente, e um resultado típico é mostrado nas Figuras 3 e 4. A Figura 3 mostra a concentração superficial dos íons de Sn e de Pb, e a Figura 4 ilustra as densidades de corrente de estado periódico das duas espécies. A relação da média da densidade de corrente individual ao longo de um ciclo completo é igual à relação molar entre as duas espécies na camada depositada da liga. No estudo de Cheng,<sup>11</sup> os resultados teóricos e os experimentais concordam com aproximação de 97%.

## Eletrodeposição em furos passantes

Pesco<sup>12</sup> estudou a eletrodeposição de cobre em furos passantes, tanto em condições de corrente contínua como de corrente pulsada, e tanto em sistemas estacionários como fluentes. A geometria do sistema é mostrada de modo esquemático na Figura 5. Cálculos teóricos revelaram que na ausência de um fluxo de eletrólito, a densidade de corrente média máxima possível dentro dos furos passantes é muito menor que  $1 \text{ mA/cm}^2$ , e que a distribuição de corrente é pronunciadamente não-uniforme em furos passantes com relação comprimento/diâmetro elevada. Densidades de corrente médias mais elevadas tornam-se possíveis quando se provoca um fluxo.<sup>11</sup> Em furos com relação comprimento/diâmetro elevada, a distribuição de corrente contínua, porém, sendo não-uniforme. É, mesmo assim, possível tornar a distribuição de corrente mais uniforme pela aplicação de uma inversão periódica da corrente. A Figura 6 mostra que quando se despreza a transferência de massa, a distribuição de corrente na deposição com corrente pulsada é menos uniforme do que na deposição com corrente con-

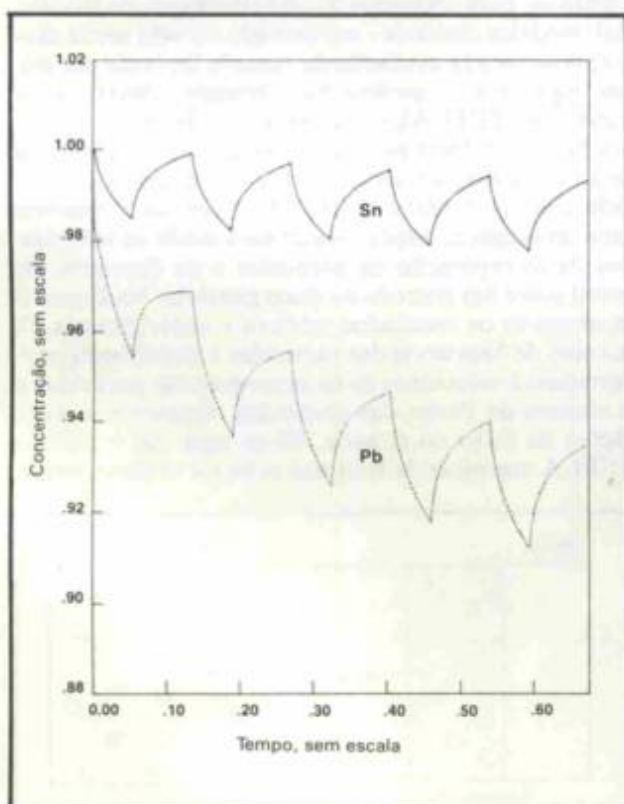


Figura 3 - Concentrações superficiais dos íons Sn e Pb na eletrodeposição pulsada<sup>11</sup>

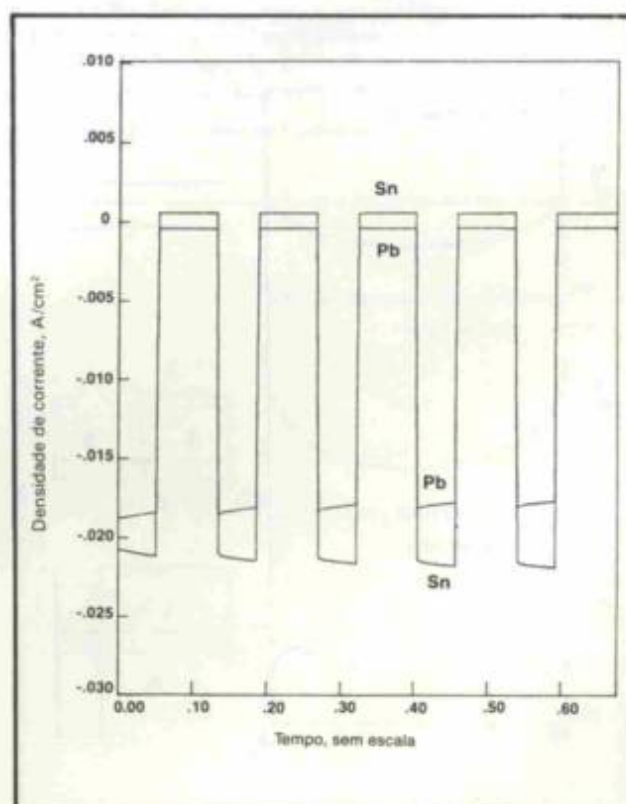


Figura 4 - Densidades de corrente parciais durante a eletrodeposição pulsada de Sn e Pb.<sup>11</sup>

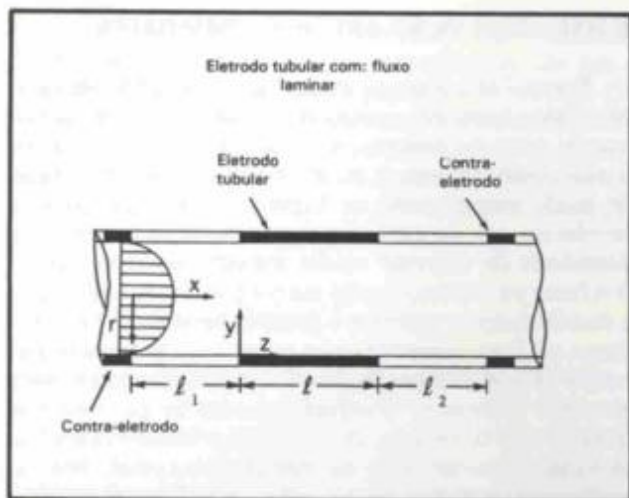


Figura 5 - Diagrama esquemático da geometria de furos passantes.<sup>14</sup>

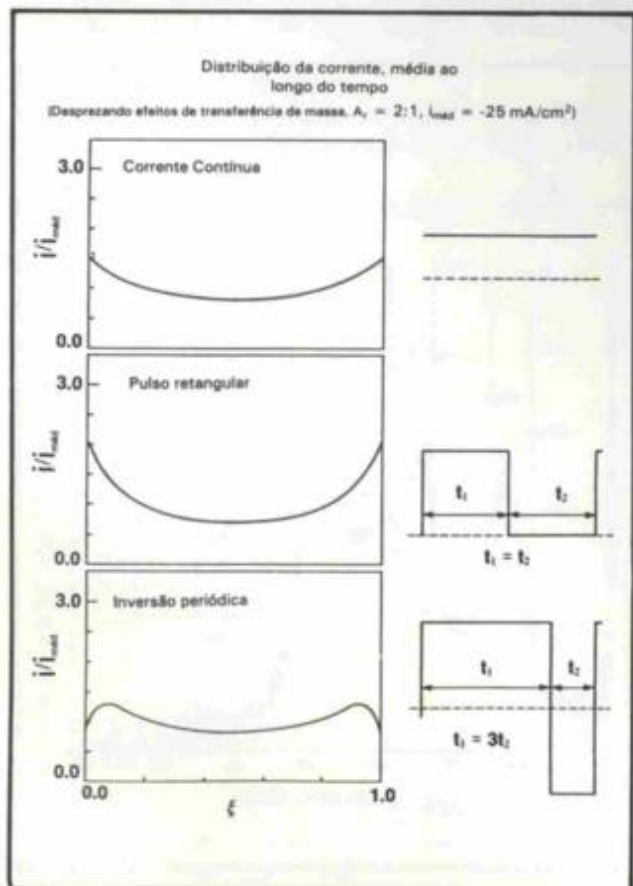


Figura 6 - Distribuição da corrente na eletrodeposição com corrente contínua, pulsada e com inversão periódica

tínua, enquanto que a inversão periódica da corrente conduz a melhorias consideráveis quanto à uniformidade do depósito.<sup>14</sup> Incluindo-se os efeitos de transferência de massa, chegou-se a uma conclusão semelhante.

## Codeposição de Partículas Coloidais na Eletrodeposição de Metais

Um dos campos em que está havendo avanços mais rápidos é o da fabricação e aplicação de materiais compostos. Planejaram-se depósitos metálicos com partículas interspersas para retardar a corrosão, aumentar a resistência mecânica de materiais, e diminuir o atrito. Valdes<sup>15</sup> efetuou um estudo fundamental sobre a codeposição de partículas de latex de poliestireno monodispersas, com dimensões abaixo do micrometro, e de cobre, de uma solução de sulfato ácida. O sistema é apresentado de modo esquemático na Figura 7. Efetuou-se uma análise teórica extensa, que inclui tanto as partículas como o transporte dos ions do metal. Além de um caso controlado somente por transporte de massa, utilizaram-se, para completar o estabelecimento do modelo, dois modelos cinéticos - um baseado em uma teoria não-eletrouímica (a avaliação da camada limítrofe por tensão superficial - "surface force boundary-layer approximation": SFBLA), e um baseado na inclusão de efeitos de transferência de carga (o modelo de transferência de elétrons eletrodo-ion-partícula - "electrode-ion-particle electron transfer": EIPET). Efetuou-se também uma investigação experimental para medir as velocidades da incorporação de partículas e de deposição de metal sobre um eletrodo de disco giratório. Na Figura 8 mostram-se os resultados teóricos e experimentais. O número de Sherwood das partículas é diretamente proporcional à velocidade de incorporação das partículas e o número de Péclet das partículas representa as condições de fluxo no sistema. Vê-se aqui que o modelo SFBLA corresponde bem aos achados experimentais.

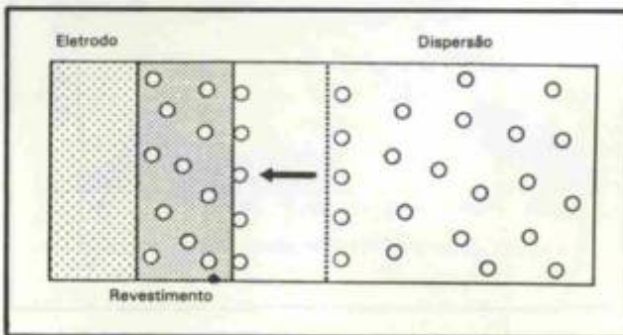


Figura 7 - Diagrama esquemático para a codeposição de partículas e de metal.<sup>15</sup>

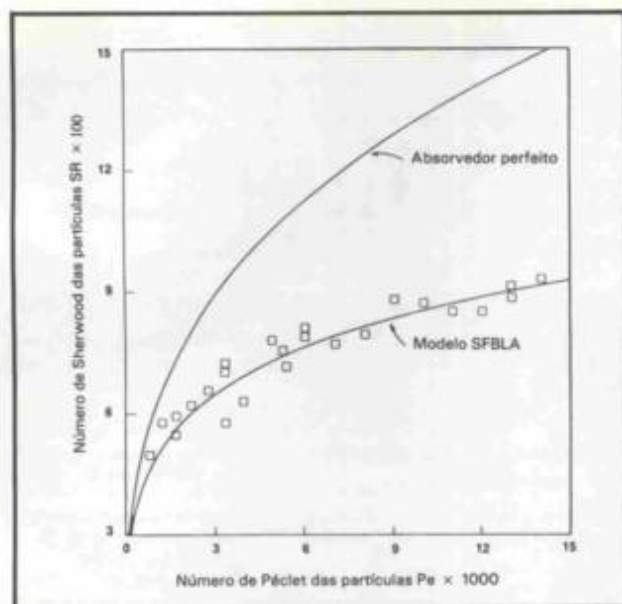


Figura 8 - Velocidade da deposição de partículas.<sup>16</sup>

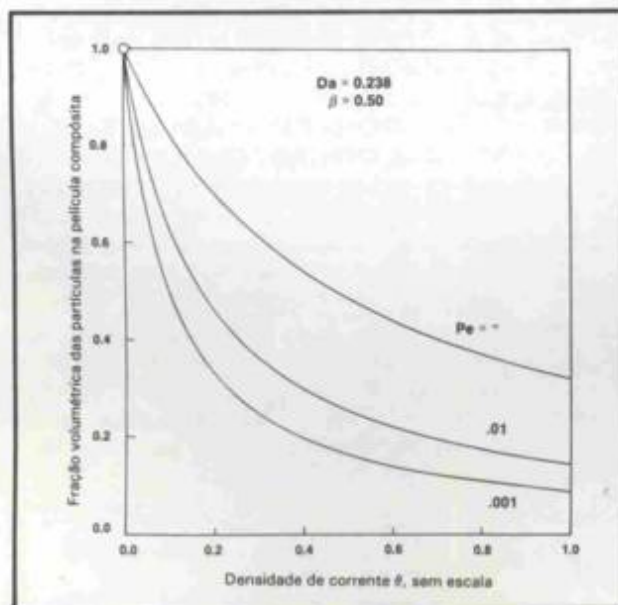


Figura 9 - Fração volumétrica das partículas no depósito de cobre.<sup>15</sup>

Estes resultados podem ser traduzidos para uma previsão quanto à fração volumétrica de partículas na película de composto em função da densidade de corrente aplicada e das condições de fluxo. Este resultado é mostrado na Figura 9, na qual  $Da$  é a constante de velocidade química para o modelo SFBLA, e  $\beta$  representa as características físicas do sistema cobre-partículas de látex de poliestireno.

## Conclusões

À medida que a tecnologia progride, há uma demanda crescente em relação a uma melhora no planejamento e no controle de sistemas de eletrodeposição, a fim de produzir camadas com propriedades físicas e químicas determinadas. A aplicação da análise básica de engenharia é indispensável para a eletrodeposição de materiais e processos modernos.

## Referências Bibliográficas

1. H.Y. Cheh e R. Sard, *J. Electrochem. Soc.* **118**, 1737 (1971).
2. J.O'M. Bockris, *Trans. Symp. on Electrode Processes*, E. Yeager, ed., Wiley, Nova York, 1961; pág. 161.
3. J. Newman, *Adv. in Electrochem. and Electrochem. Eng.*, C.W. Tobias, ed., **2**, 87 (1967).
4. J. Newman, *Ind. Eng. Chem.*, **60** (4), 12 (1968).
5. C. Wagner, *J. Electrochem. Soc.*, **98**, 116 (1951).
6. C. Wagner, *J. Electrochem. Soc.*, **107**, 445 (1960).
7. H.Y. Cheh, *J. Electrochem. Soc.*, **117**, 609 (1970).
8. H.Y. Cheh, *J. Electrochem. Soc.*, **118**, 551 (1971).
9. K. Viswanathan, M.A. Farrell-Epstein e H.Y. Cheh, *J. Electrochem. Soc.*, **125**, 1772 (1978).
10. V.G. Levich, *Physicochemical Hydrodynamics*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, EUA, 1962.
11. T. Cheng, Tese de Doutorado, Universidade Columbia, Nova York, NY 10027 (1988).
12. A.M. Pesco, Tese de Doutorado, Universidade Columbia, Nova York, NY 10027 (1987).
13. A.M. Pesco e H.Y. Cheh, *J. Electrochem. Soc.*, **136**, 399 (1989).
14. *Ibid.*, 408.
15. J.L. Valdes, Tese de Doutorado, Universidade Columbia, Nova York, NY 10027 (1987).

## O Autor

Dr. Huk Y. Cheh é professor de Eletroquímica no Departamento de Engenharia Química & Química Aplicada na Universidade Columbia, Nova York, NY 10027. Sua carreira em Eletrodeposição e em Engenharia Eletroquímica teve início nos Laboratórios Bell em 1967, após a obtenção de seu PhD em Engenharia Eletroquímica na Universidade da Califórnia, Berkeley. Em 1970, Dr. Cheh ingressou no corpo docente de Engenharia Química na Universidade Columbia em Nova York, onde passou a ser professor titular em 1979 e chefe do departamento em 1980. Em 1982, ele foi designado Professor "Samuel Ruben - Peter G. Viele" de Eletroquímica - uma incumbência vitalícia.

Por meio de suas análises de eletrodeposição pulsada e periódica, forneceu Dr. Cheh informações claras quanto aos processos de transporte de massa e cinéticos relacionados com a eletrodeposição sob condições de corrente não-continua. O seu trabalho permitiu o cálculo da velocidade máxima de deposição em condições pulsadas, e eliminou diversas confusões relativas a este tópico.

Ao longo dos anos, Dr. Cheh contribuiu significativamente em uma ampla variedade de áreas de pesquisa fora da eletrodeposição. Ele publicou numerosos trabalhos sobre transporte por membrana, processamento de materiais por plasma, processos de transporte de calor no corpo humano e evolução eletrolítica de gás. As pesquisas do Dr. Cheh resultaram em 82 artigos em revistas, 26 seminários especiais nos EUA e em outros países, diversas patentes, conclusão do treinamento de 30 engenheiros químicos e eletroquímicos ao nível de Ph.D. Ele também dirigiu dois Projetos de Pesquisa da AESF (n<sup>os</sup> 35 e 48).



# aletron

## 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 E1 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

Elpewelin 76 (ácido com inibidor)  
Dekafox (desengraxante-decapante)  
Ferroxilin (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 fôscio)  
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 63 (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)  
Zincacid (zinco ácido fosco)

### 5. CADMIO

Cadiz (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

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-

riores 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.

## FOSFATIZANTES, NEUTRALIZADORES, PASSIVADORES, REMOVEDORES DE TINTAS

### 1. FOSFATIZANTES

Berlifos Universal (fosfato de zinco com cristalização pesada)  
Berlifos A-73 (fosfato de zinco para autolubrificação na deformação a frio)  
Berlifos PT (cristais médios para pintura e trefilação)

Berlifos Mn (fosfato de manganês para camadas antifriccionantes)

Berlifos L-55 (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 nu)

### 2. DECAPANTES À BASE DE ÁCIDO FOSFÓRICO

Terminox B (para remover leves camadas de ferrugem antes da pintura)

Terminox FL (desengraxa, decapa e fosfatiza antes da pintura)

Terminox FD (como Terminox FL mas com mais poder de desengraxar)

### 3. REFINADORES PARA CAMADAS DE FOSFATO

Refinador Berlifos (para fosfato de zinco)

Refinador Mn (para fosfato de manganês)

### 4. ACELERADORES E ADITIVOS PARA PRECIPITAR FERRO

Berligal A-20 (para eliminar excesso de ferro no fosfatizante)

Berligal A-200 (como Berligal A-20, mas em forma líquida)

Berligal A-94 (Reativador e Acelerador para fosfatizantes)

### 5. PASSIVADORES E NEUTRALIZANTES

Berlineu CR (Passivador de cromatos após a fosfatização)

Berlineu 274 (Passivador neutro após decapagem ou desengraxamento)

Berlineu 173 (Neutralizador alcalino após decapagem ácida)

Berlineu 257 (Passivador alcalino após decapagem ácida)

Berlineu B (Neutralizante antes da trefilação)

### 6. SABÃO PARA DEFORMAÇÃO A FRIO

Berlibub A (Sabão à quente após a fosfatização para trefilação, extrusão, estampagem etc.)

Berlibub DC 100 (emulsionável em água)

### 7. REMOVEDORES DE TINTAS

Redil L (líquido para todos os metais)

Redil A (para ferro)

Redil (pastoso para todos os metais)

### 8. ADITIVOS PARA CABINE DE PINTURA

Emulgant P (coagulador de tintas para cortina de água nas cabines de pintura)

### 9. NEUTRALIZANTES PARA TRI- E PERCLORETELENO

Berlineu Tri Líquido (neutraliza e estabiliza)

### 10. LIMPEZA DE ANODOS DE CHUMBO

Sal de Ativação Pb 2971

## PROCESSOS ESPECIAIS, PROCESSOS QUÍMICOS E DESPLACANTES

### 1. LINHA DE CIRCUITOS IMPRESSOS

Berliffux C.J. (fluxo de solda)

Elrasant Cu 150 (removedor de cobre)

Elrasant Cu Starter (Starter para removedor de cobre)

Terminox C.J. 578 (Limpar de circuitos impressos)

### 2. GALVANIZAÇÃO DE PLÁSTICO

Mordente Berligal ABS (pré-tratamento para ABS)

Mordente Berligal P.E. (pré-tratamento para poliéster)

Noviplat Berligal (cobre químico)

Ultraplant Ni-S 76 (níquel quim. alc.)

Ultraplant Ni-S 8 (níquel quim. ácid.)

### 3. NÍQUEL QUÍMICO

Ultraplant Ni-S 9 (para ferro, cobre, etc.)

### 4. BRONZE QUÍMICO

Albronze

### 5. ESTANHO QUÍMICO

Zinnsud WS

### 6. PRATA QUÍMICA

Sudsilber

### 7. OURO QUÍMICO

Diadema Au 500 (banho básico s/Au)

Goldsud Ni (pronto para uso)

### 8. 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)

### 9. TRATAMENTOS ESPECIAIS

Filtrosal 714 (para banhos alcalinos)

Filtrosal 17 (para banhos ácidos)

Abrilux 77 (Reativador de abrillantadores para Zn)

### 10. INIBIDORES

Inibidor Berligal Fe 300 (para ácido muriático)

Inibidor Berligal Fe 200 (para ácido sulfúrico)

### 11. 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

### 12. 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)

### 13. DESPLACANTES QUÍMICOS

Sal Desplamet Berligal Fe Tipo I (com NaCN, para Ni e Cu sobre Fe)

Sal Desplamet Berligal Fe Tipo II (sem NaCN, para Ni e Cu sobre Fe)

Desplamet Berligal 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)

### 14. 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 Berligal 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, REPUXO, PROTETORES E VERNIZES

### 1. ÓLEOS DE CORTE

Gloriol (para automáticos - claro)

Banalub (altamente aditivado - escuro)

Grabalub (altamente aditivado para alta rotação)

Banalub AZ 576 (óleo de corte claro)

Extremol (altamente aditivado com molibidênio)

Klarolub H-15 (óleo de corte sintético)

Emulgant OS (óleo de corte solúvel)

Cortisol K (óleo solúvel à base de óleo de mamona)

Berlimol (aditivo de molibidênio)

### 2. ÓLEOS DE REPUXO

DDC (óleo de repuxo com proteção anticorrosiva prolongada)

### 3. GRAXAS

Graxa de contato (com 20% de Cu)

Graxa de grafite G

Hasulub (para a deformação a quente)

### 4. SPRAY DE GRAFITE

Spray G 731 (usado junto com água)

### 5. ÓLEOS PROTETORES

Protex Oil B 574 (baixa viscosidade/proteção temporariamente)

Protex Oil DW (óleo protetor/desloca água sem emulsionar)

Antonox 206 (para proteção duradoura)

Resistol 1023 (óleo protetor altamente aditivado)

### 6. REMOVEDORES DE ÁGUA

Repelan DF (sistema moderno para secar peças)

Repelan DF Protect (deixa um filme protetivo)

### 7. PROTECFILMES

Protectfilm Berligal Fe 20 (à frio)

Protectfilm Berligal Fe 160 (à quente)

### 8. ADITIVO CONTRA FOLIGEM

Pertaxol 276 (para óleo combustível)

### 9. VERNIZES

Berlilack N.\* 1 (para cobre, latão, prata, etc.)

Aqualack N.\* 1 (com solvente de água)

Berliffilm (com secagem lenta para cobre, latão e prata)



**aletron**

Produtos Químicos Ltda.

Rua São Nicolau, 210 - 09910 Diadema - SP

Fone Direto: (011) 445-6296

Telex: (11) 45022 - NUAG-BR

Telefax: (011) 456-1366

# DEPOSIÇÃO QUÍMICA

## Efeitos de Teor de Fósforo e do Tratamento Térmico sobre a Resistência contra a Corrosão de Níquel Químico

K.S. Rajam, Indira Rajagopal e S.R. Rajagolapan

Reproduzida com autorização da *Plating & Surf. Fin.* 77, n° 9, 63-66 (set. 1990). Tradução e adaptação de Alfredo Levy.

*Mostrou-se que a resistência contra a corrosão de níquel químico depositado de um banho de citrato alcalino contendo trietanolamina era relativamente independente do teor de fósforo da liga, e que ela não era afetada pelo tratamento térmico. Este comportamento diferencia-se do de depósitos contendo mais de 10,5% de fósforo, obtidos em certos tipos de soluções ácidas. Uma explicação proposta para esta diferença focaliza a qualidade da película passiva de fosfato formada sobre a superfície da liga Ni-P.*

O níquel químico (Ni-P) resiste aos álcalis, aos ácidos orgânicos, aos agentes redutores, a soluções de sal e a ambientes contendo petróleo, sendo somente afetado por ácidos oxidantes. Atribui-se a excepcional resistência contra a corrosão dos revestimentos de Ni-P a sua condição amorfa e à película passiva que se forma sobre suas superfícies. Os materiais amorfos têm, em geral, uma melhor resistência contra a corrosão que os materiais cristalinos correspondentes, pois não possuem contornos de grão, que constituem pontos ativos para o ataque corrosivo.

A quantidade de fósforo na liga de níquel depositada em soluções contendo hipofosfito de sódio depende da composição química do banho e das condições de operação. O teor de fósforo afeta a estrutura e as propriedades da liga e pode afetar sua resistência contra a corrosão.

Duncan<sup>1</sup> relatou que a resistência contra a corrosão de ligas contendo 8±1% ou 10 a 11% de fósforo diferia

de mais de uma ordem de grandeza, a base da perda de peso em uma solução aproximadamente 3M de ácido clorídrico. Johnson e Morris<sup>2</sup> constataram uma melhoria do quádruplo da resistência à névoa salina quando o teor de fósforo era elevado de 6,9% para 10,7%. Durante um estudo relativo ao uso de níquel químico (NQ) para equipamentos para processamento de alimentos,<sup>3</sup> uma liga contendo 10,5% corroía em ácido cítrico a 6% à metade da taxa de níquel químico com baixo teor de fósforo. A dissolução anódica em soluções quase neutras diminuía quando se aumentava o teor de fósforo de 2,9% para 12,3%.<sup>4</sup> Snyder, todavia, comparou o comportamento à corrosão de ligas contendo de 3% a 15% de fósforo e não encontrou diferenças após exposição aos ensaios de névoa salina ou CASS.<sup>4</sup> O teor de fósforo do níquel químico não é o único fator que pode afetar a resistência contra a corrosão, tendo em vista as seguintes observações relatadas por Mallory<sup>6</sup>:

- (1) apesar de os depósitos obtidos em banho de pH 5 contendo lactato, glicolato ou glicina terem o mesmo teor de fósforo (15%), diferia o seu desempenho em ensaios de névoa salina;
- (2) depósitos com um teor de 14% de fósforo obtidos em soluções contendo aspartato ou alanina eram excepcionalmente resistentes à névoa salina;
- (3) depósitos contendo cerca de 21% de fósforo apresentavam uma resistência medíocre à névoa salina quando se utilizava etilenodiamina em vez de lactato ou glicina;
- (4) depósitos com um teor de fósforo de 9,2%, obtidos em uma solução concentrada de polifosfato alcalino, eram altamente resistentes contra a corrosão.

Tendo em vista que as informações citadas acima são contraditórias, é possível justificar uma procura quanto a dados suplementares relativos ao desempenho contra a corrosão de níquel químico. Também seriam úteis informações adicionais quanto aos efeitos do tratamento térmico, já que têm sido relatados resultados discrepantes.

O tratamento térmico na faixa de 250°C a 400°C tem-se mostrado prejudicial, de acordo com relatórios baseados em ensaios em névoa salina.<sup>2, 7, 8</sup> A perda de peso em ensaios a 95°C em salmoura de 3,5% saturada

**Tabela 1**  
Banho de Deposição de Níquel Químico

Produto químico/Condição	Concentração, M
Cloreto de níquel	0,1
Citrato de sódio	0,1, 0,15, 0,2, 0,25
Hipofosfito de sódio	0,93
Trietanolamina	0,15
Temperatura	90°C
pH	8



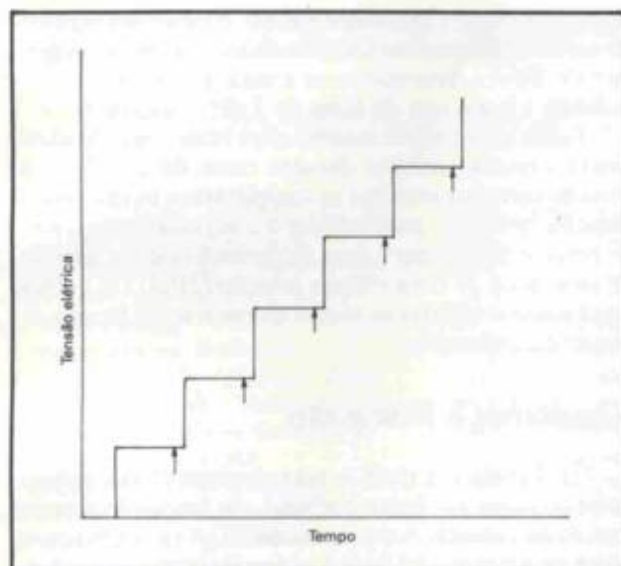


Fig. 1 — Forma de onda em degrau de escada, com a seta indicando a ocasião de leitura e registro da corrente.

com CO<sub>2</sub> e em HCl a 10% também mostrou que estes tratamentos térmicos eram nocivos.<sup>9</sup> Os resultados de ensaios com gotículas de sal diferiam nitidamente dos obtidos durante exposição a condições marinhas, conforme um estudo por Andrews e Heron<sup>10</sup> quanto ao efeito do tratamento térmico durante uma hora a 400°C. O tratamento térmico melhorou a resistência contra a corrosão no ambiente marinho, mas foi prejudicial para a resistência às condições de gotículas de sal. Esta situação anômala não pôde ser explicada pelos autores, apesar de um microfissuramento revelado por exame metalúrgico ter apoiado os resultados da névoa salina.

DiBari<sup>11</sup> declarou que o tratamento térmico é prejudicial para depósitos que inicialmente apresentam resistência elevada contra a corrosão, mas que ele é benéfico para o níquel químico que for menos resistente contra a corrosão antes do tratamento térmico. Os dados para confirmar este enunciado são, todavia, limitados. Bayes, Johnson e Shawhan<sup>8</sup> observaram uma perda de resistência contra a corrosão após o tratamento térmico de depósitos excelentes antes do aquecimento quanto à resistência contra a corrosão em todos os ambientes. A resistência contra a corrosão dos depósitos com desempenho medíocre não foi, todavia, alterada pelo tratamento térmico.

A corrosão do substrato nos poros das camadas de níquel químico contribui para o seu desempenho em relação à corrosão, suplementando a corrosão intrínseca da liga Ni-P. A porosidade passa a ser um fator dominante, se o substrato for aço. Na maioria dos casos relatados na literatura, indicou-se o aço como sendo o substrato dos revestimentos de Ni-P, avaliados na maioria das

vezes por ensaios de névoa salina. Por isto estes estudos constituíam principalmente ensaios de porosidade, mostrando variações na porosidade em função do teor de fósforo ou do tratamento térmico.

Em nosso estudo examinaram-se tanto a porosidade como a corrosão intrínseca de níquel químico em NQ depositado em banhos alcalinos contendo íons de citrato e trietanolamina.

## Procedimento Experimental

A composição do banho e as condições de operação escolhidas estão indicadas na Tabela 1. Utilizou-se trietanolamina em vez de amônia para diminuir os problemas devidos à evaporação de amônia à temperatura de operação, de 80°C. A variação da concentração de citrato de sódio de 0,1 M a 0,25 M resultou em mudanças do teor de fósforo de 4,5 a 15,5%-peso. Os teores de fósforo foram determinados espectrofotometricamente, após formação de fosfomolibdato amarelo. A exatidão deste método é de  $\pm 3\%$ .

Para preparar corpos-de-prova para avaliação da porosidade, utilizou-se como substrato aço baixo-carbono. Tendo em vista que o níquel químico torna-se basicamente não-poroso quando aplicado sobre níquel na espessura de 4,7  $\mu\text{m}$ , escolheu-se lâmina de níquel eletroformada como substrato para a determinação da taxa de corrosão intrínseca da liga Ni-P. Utilizou-se também lâmina de níquel eletroformada para a preparação de corpos-de-prova submetidos a tratamento térmico antes da determinação da resistência contra a corrosão. Se ocorresse algum fissuramento da camada em consequência das variações de volume devidas à cristalização da liga Ni-P amorfa, as medidas de corrosão não seriam afetadas significativamente, pois os potenciais de corrosão do níquel eletroformado e da liga Ni-P são aproximadamente iguais.

**Tabela 2**

**Dados de Corrosão de NQ sobre Aço Baixo-Carbono\***

Teor de fósforo do depósito %-peso	Potencial de corrosão mV vs. ECS	Taxa de corrosão $\mu\text{A}/\text{cm}^2$
4,5	355	45
9,0	380	43
12,5	365	47
15,5	360	45,5

\* A espessura de todos os depósitos era aproximadamente 4,5  $\mu\text{m}$

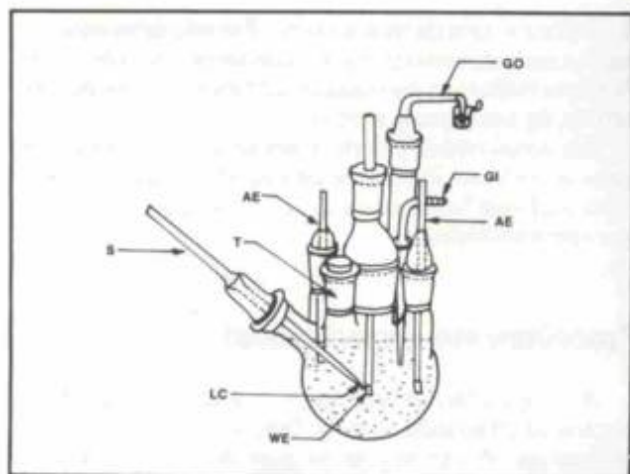


Fig. 2 — Desenho esquemático da célula de corrosão. WE — eletrodo de trabalho, AE — eletrodo auxiliar, LC — capilar de Luggin, S — conexão por ponte salina, GI — entrada de gás, GO — saída de gás, T — tubulação de reserva para termômetro.

As amostras revestidas com níquel químico foram seladas dentro de tubos de vidro evacuados e aquecidas durante uma hora a 400°C em um forno tubular aquecido por resistência. Evitou-se deste modo o aquecimento em ar, que provoca a formação de uma película espessa de óxido. Após o tratamento térmico, as amostras foram resfriadas em vácuo e expostas ao ar durante 24 horas antes da execução dos estudos de corrosão.

A corrosão foi estudada utilizando uma técnica de polarização potenciodinâmica. A fim de superar a carga da dupla camada sem prejuízo da velocidade, adotou-se uma forma de onda em degraus de escada (Fig. 1) para efetuar a varredura de potencial. A corrente foi medida ao fim de cada degrau. Este circuito já foi descrito anteriormente.<sup>12</sup>

A célula de corrosão foi semelhante à descrita na norma ASTM G 5-78. O eletrodo de trabalho foi centrado na célula, tendo eletrodos auxiliares de platina em ambos os lados (Fig. 2). Para medição dos potenciais, sem introdução de um fator de resistência interna, utilizou-se um eletrodo de calomelano saturado (ECS), terminando em um capilar de Luggin. Oxigênio dissolvido foi removido por borbulhamento de nitrogênio através da célula.

A solução corrosiva foi HCl 1M, que foi escolhido para evitar produtos de corrosão insolúveis. A seguir introduziu-se durante cerca de 2 h nitrogênio, previamente borbulhado através de uma solução de um sal de vanádio (III), antes que se deixasse fluí-lo sobre a solução para formar um lençol inerte.

Conferiu-se o potencial de cada uma das amostras, para verificar se tinha sido alcançado um potencial de corrosão de estado constante. Em seguida ligou-se o sistema de degraus de escada. A corrente e o potencial

foram registrados simultaneamente durante um período de cerca de 5 minutos. Com os dados traçou-se um gráfico de Tafel e determinou-se a taxa de corrosão extrapolando a parte reta da linha de Tafel catódica.<sup>11</sup>

Tendo em vista que uma amostra revestida individual ficava exposta somente durante cerca de uma hora à solução corrosiva para que se completasse o ciclo de polarização, mediu-se, para estudar o comportamento a longo prazo e determinar a taxa de corrosão média, a perda de peso após 24 h na mesma solução (HCl 1M). Para estes ensaios utilizou-se níquel químico sobre lâmina de níquel eletroformada.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 2 é dada a taxa de corrosão de níquel químico sobre aço baixo-carbono, em função do teor de fósforo da camada. A espessura do NQ foi a mesma para todas as amostras (4,5 μm), a fim de evitar quaisquer alterações da porosidade devidas às alterações de espessura.

A Tabela 2 não mostra quaisquer alterações na taxa de corrosão para NQ com teores de fósforo abrangendo de 4,5 a 15,5%-peso. Considera-se que esta taxa (45 μm/cm<sup>2</sup>) seja a taxa de corrosão do substrato de aço baixo-carbono através dos poros nos revestimentos de NQ.

A taxa de corrosão de NQ sobre níquel eletroformado é dada na Tabela 3. Depósitos contendo de 4,5 a 15,5%-peso de fósforo apresentaram o mesmo potencial de corrosão e a mesma taxa de corrosão (4 a 5 μm/cm<sup>2</sup>), dentro dos limites de erro experimentais. Portanto a taxa de corrosão de NQ obtido no banho alcalino de citrato-trietanolamina não dependia de seu teor de fósforo.

A Tabela 4 mostra os resultados do tratamento térmico sobre a taxa de corrosão de NQ sobre lâmina de níquel eletroformada. O tratamento térmico provocou somente um ligeiro decréscimo do potencial de corrosão

**Tabela 3**  
Corrosão de NQ sobre Níquel Eletroformado

Teor de fósforo do depósito %-peso	Espessura do depósito μm*	Potencial de corrosão mV vs. ECS	Taxa de corrosão μA/cm <sup>2</sup>
4,5	4,3	280	5,3
9,0	4,7	265	3,8
12,5	3,6	280	4,0
15,5	2,4	295	4,0

\* Os valores de espessura são aproximados

**Tabela 4**  
Dados de Corrosão de NQ sobre Níquel Eletroformado,  
após Tratamento Térmico\*

Teor de fósforo do depósito** %-peso	Potencial de corrosão mV vs. ECS	Taxa de corrosão $\mu\text{A}/\text{cm}^2$
4,5	250	4,3
9,0	250	3,1
12,5	260	3,1
15,5	250	2,3

\* As amostras foram aquecidas em vácuo durante 1 h a 400°C

\*\* Os depósitos foram produzidos em 30 min

**Tabela 5**  
Taxa de Corrosão de NQ a partir dos dados  
de perda de Peso

Teor de fósforo do depósito %-peso	Taxa de corrosão, $\mu\text{m}/\text{ano}$	
	Antes de trata- mento térmico	Após tratamen- to térmico*
4,5	295	774
9,0	277	305
12,5	269	297
15,5	269	300
Ni eletroformado	234	—

\* Aquecimento 1 h a 400°C

**Tabela 6**  
Comparação das Taxas de Corrosão obtidas a partir  
dos Dados de Polarização e de Perda de Peso

Teor de fósforo do depósito %-peso	Taxa de corrosão, $\mu\text{m}/\text{ano}$	
	Dados de polarização	Dados de perda de peso
4,5	66	295
9,0	48	277
12,5	51	269
15,5	51	269

BY LETTER - 268.5444 - Cód. 1828e a 1828f - Disco 4 - Tipos 039, 003, 042 - zeir - AGENTEC

e da taxa de corrosão do níquel químico produzido no banho de citrato alcalino contendo trietanolamina.

A corrosão determinada pela medição da perda de peso é apresentada na Tabela 5. O teor de fósforo (de 4,5% a 15,4%) não influía na taxa, antes do tratamento térmico das amostras. A taxa aumentou, porém, quase ao triplo quando NQ contendo 4,5% de fósforo foi tratado termicamente a 400°C. Observou-se um ligeiro enegrecimento da aparência após a exposição destas amostras durante 1 hora a HCl 1N. A cor preta indica um aumento da rugosidade superficial, o que deveria aumentar a área da superfície.

O tratamento térmico de amostras contendo de 9% a 15,5% de fósforo provocou um aumento somente ligeiro em sua taxa de corrosão, comparando-a com as amostras respectivas não submetidas a tratamento térmico. Não se observou enegrecimento quando estas amostras submetidas a tratamento térmico eram imersas em HCl.

A comparação dos dados de polarização e de perda de peso indica a mesma tendência para ambos os métodos, excetuando-se o comportamento do NQ contendo 4,5% de fósforo tratado termicamente. Os valores de taxa de corrosão deduzidos do estudo de polarização durante a primeira hora de imersão são todos mais baixos do que as taxas calculadas a partir dos dados de perda de peso, que são baseadas em imersão de 24 h (Tabela 6).

Nosso estudo mostra, em resumo, que as taxas de corrosão de NQ oriundo do banho de citrato alcalino contendo trietanolamina são comparáveis com a taxa de corrosão de níquel eletroformado (Tabela 5) e que o teor de fósforo não tem um efeito apreciável sobre a corrosão intrínseca do NQ desta solução. O tratamento térmico durante 1 hora a 400°C não teve um efeito prejudicial sobre a taxa de corrosão da liga com um teor elevado de fósforo (9,0%, ou mais).

Nossos dados concordam com os resultados relatados por Bayes, Johnson e Swawhan,<sup>8</sup> mas não com o comentário de DiBari<sup>11</sup> ou com os dados relatados por Duncan,<sup>1</sup> que mostraram uma grande melhoria da taxa de corrosão para revestimentos contendo 10-11% de fósforo, quando comparada com NQ contendo 7% a 9% de fósforo. Duncan também relatou um aumento da taxa de corrosão em revestimentos tratados termicamente.

Propomos agrupar o NQ em três categorias, a base de sua resistência contra a corrosão. O NQ tipo 1 contém 10,5%-peso de fósforo obtido de banhos ácidos, e apresenta uma excelente resistência contra a corrosão. O NQ tipo 2 tem uma resistência contra a corrosão intermediária e pode ser depositado em banhos ácidos contendo um estabilizador que contenha enxofre ou em banhos de citrato alcalinos contendo trietanolamina. Os revestimentos de NQ tipo 3 possuem uma resistência mediocre contra a corrosão.

Fatores que aparentemente afetam a corrosão de NQ são (1) porosidade, tensão interna, homogeneidade do teor de fósforo, e outros defeitos do depósito, e (2) a película de superfície passiva. A composição química do banho desempenha um papel primordial no desempenho do níquel químico. Estudos com ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis – Espectroscopia eletrônica para análise química) mostram que sobre a superfície do NQ forma-se uma película passiva de fosfato.<sup>6, 14, 15</sup> A natureza e a qualidade desta película afetam evidentemente o desempenho à corrosão. Uma película uniforme e contínua favorece uma boa resistência contra a corrosão. A continuidade da película parece ser afetada pela composição química da solução.

Os revestimentos de NQ do tipo 3 contendo 10% de fósforo apresentam uma resistência medíocre contra a corrosão, por serem altamente tensionados e estruturalmente imperfeitos. O NQ tipo 1 contendo no mínimo 10% de fósforo está relativamente isento de tensões e possui uma película altamente protetora. Todavia, o tratamento térmico diminui a resistência contra a corrosão destas camadas, em virtude de uma destruição parcial da película passiva. Assume-se que o NQ tipo 2 tenha uma película superficial menos protetora e contenha alguns defeitos estruturais. Portanto ele não depende significativamente do teor de fósforo e não é afetado pelo tratamento térmico. Este ponto de vista assemelha-se em alguns aspectos ao enunciado por DiBari<sup>11</sup>

## Conclusões

A resistência contra a corrosão de níquel eletroquímico depende da qualidade da camada e da qualidade de uma película superficial passiva. Se a camada for uniforme e isenta de defeitos, a película superficial passiva estará isenta de defeitos. Alguns depósitos de NQ, tais como os depositados no banho de citrato alcalino discutido neste trabalho, apresentam uma resistência intermediária contra a corrosão. As películas superficiais nestes depósitos não oferecem um grau elevado de proteção. Deste modo, as alterações no teor de fósforo ou o tratamento térmico terão pouca ou nenhuma influência sobre a resistência contra a corrosão destas películas, o que contrasta com o comportamento de película de elevado poder protetor sobre NQ de alta qualidade, isento de defeitos estruturais.

## Referências Bibliográficas

1. R. Duncan, comunicação pessoal.
2. J. A. Johnson e H. L. Morris, *Proc. EN Conference II*, Products Finishing, Cincinnati, Ohio (1981)
3. J. B. Hadju, E. Yarkosky e A. Marczac, *Proc. AES 65th Annual Technical Conference*, Washington, DC, Junho 1978.

4. J. Flis e D. J. Duquette, *Corrosion - NACE*, 41, 700 (1985).
5. D. L. Snyder, *Proc. EN Conference III*, Products Finishing, Cincinnati, Ohio (1983).
6. G. O. Mallory, *Plating*, 61, 1005 (1974).
7. C. F. Beer, *Proc. EN Conference III*, Products Finishing, Cincinnati, Ohio (1983).
8. M. Bayes, B. Johnson e G. Shawhan, *Trans. IMF*, 62, 145 (1985).
9. R. N. Duncan, *Materials Performance*, 22, 28 (1983).
10. J. F. Andrews e J. T. Heron, *Trans. IMF*, 49, 105 (1971).
11. G. A. DiBardi, *Proc. EN Conference III*, Products Finishing, Cincinnati, Ohio (1983).
12. A. Poojari, A. V. Ainapur e S. R. Rajagopalan, *NAL Report*, PDMT 8827, dezembro 1988.
13. K. S. Rajam e S. R. Rajagopalan, *Proc. Tenth Int'l Conf. Met. Corr.*, 2, 1243, New Delhi (1987).
14. K. S. Rajam e S. R. Rajagopalan, *Technical Memorandum*, NAL MT 8909 (1989).
15. R. B. Diegle, C. R. Clayton, Y. Lu e N. R. Sorensen, *J. Electrochem Soc.*, 134, 138 (1987).

## Os autores



*Dra. K. S. Rajam é cientista na Divisão de Ciência de Materiais, Laboratório Nacional de Aeronáutica (NAL), Bangalore 560017, Índia. Doutorada pela Universidade de Bangalore, trabalha no NAL desde 1974.*



*Dra. Indira Rajagopal é cientista sênior e líder de projeto na área de revestimentos da Divisão de Ciência de Materiais, Laboratório Nacional de Aeronáutica, Bangalore, Índia. Seu campo de interesse técnico inclui eletrodeposição, eletropolimento, anodização, eletrocompósitos e eletroformação para aplicações aeroespaciais e outras de engenharia. Nos últimos 30 anos publicou mais de 120 trabalhos nestes campos. Titular de diversas patentes, contribuiu à formulação de banhos de eletrodeposição isentos de cianetos, a base de CTAB.*



*Dr. S. R. Rajagopalan é vice-diretor e líder no grupo de ciências químicas da Divisão de Ciência de Materiais do Laboratório Nacional de Aeronáutica, Bangalore, Índia. Seus interesses em pesquisa incluem tratamento de metais, corrosão, usinagem eletroquímica e instrumentação eletroquímica. Publicou mais de 100 trabalhos de pesquisa e de seu trabalho resultaram numerosas patentes e transferência de tecnologia. Com PhD do ITT Madras, é membro da Academia Indiana de Ciências, Bangalore, e recebeu o renomado Prêmio Vasvik.*

## COMUNICADO

A partir de janeiro de 1991, a razão social da Berlimed Produtos Químicos Farmacêuticos e Biológicos Ltda, fica alterada para:

**"Schering do Brasil Química e Farmacêutica Ltda."**

Rua Maria Patricia da Silva, 205 - Jardim Isabela

Taboão da Serra - SP

CEP 06750

Telefone: (011) 491-8777

Fax: (011) 491-4649

Telex: (011) 30462

A Schering AG fundada no ano de 1871 em Berlim - Alemanha e ativa no Brasil desde os anos 20 - principalmente na área farmacêutica - perdeu seus bens, nome e marcas no Brasil devido à 2ª Guerra Mundial.

O recomeço, após a guerra, foi difícil, pois a Schering também sofrera a perda de uma série de fábricas no território ocupado pela União Soviética e a destruição da maior parte de suas instalações em Berlim Ocidental.

No ano de 1955, a Schering AG fundou, no Brasil, a sua filial Berlimed (nome derivado de "Berlim" e "Medicamentos") que se dedicou inicialmente à área farmacêutica. A Divisão Galvanotécnica, fundada na Alemanha no ano de 1901, teve suas atividades no Brasil iniciadas em 1983.

Após muitos anos de negociações, a Schering AG conseguiu, um acordo com a Schering Plough, dos Estados Unidos, reaver o direito de uso do nome "Schering" no Brasil, a partir de 1991.

Desta forma, temos a grande satisfação de continuarmos o nosso trabalho no Brasil com o nosso nome autêntico, incentivo para elevar cada vez mais o conceito do nome "Schering" no Brasil.



## ENCO-ZOLCSÁK

EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS LTDA. - SP

LICENCIADA DA

Jervis B. Webb International Co.



PROJETAMOS, FABRICAMOS E INSTALAMOS

### SISTEMA DE PINTURA

Convencional, Eletroforética, Sistema de fosfatização

### ESTUFAS DE SECAGEM

### MÁQUINAS DE LAVAR

### VENTILAÇÃO INDUSTRIAL

### EQUIPAMENTOS PARA MANUSEIO E TRANSPORTE

Transportes (série leve, média e pesada)

\* de corrente: Power & Free, Aéreo (Overhead),

Piso (Floor conveyor), outros.

\* de correia, de rolos, de rosca, de taliscas.

Pontes rolantes e monovias, Sistemas para linha de

montagem, Elevadores de caçamba e canecas,

Dispositivos para estocagem e movimentação de peças e materiais

### EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

Painéis de controle, Centro de controle de motores (CCM), Cubículos de alta tensão, Púlpitos e mesas de comando, Derramadores para motores de baixa e média tensão.

### FORNOS DE TRATAMENTO TÉRMICO (LICENÇA HOLCROFT - USA)

Aquecidos a óleo, a gás ou elétricos

### CONTROLE DE POLUIÇÃO DE AR

Separadores de pó com mangas, Separadores de pó úmido

### MONTAGENS INDUSTRIAIS

Mecânica, Hidráulica, Elétrica

Rua Pedro Zolcsák, 221

Fone 448-8855 PABX - Caixa 801

Telex (011) 44536 CSAK BR - CEP 09700

Telefax (011) 4587 788

SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP

# MARKETING

## ABM têm novo diretor de convênios e relações

O engenheiro Karlheinz Pohlmann - diretor-presidente da Brasimet Comércio e Indústria S.A. - foi eleito, no dia 15 de janeiro, diretor de convênios e relações internacionais da ABM (Associação Brasileira de Metais).

O empresário, que freqüentemente viaja à Europa e Estados Unidos para firmar convênios de cooperação tecnológica de companhias industriais com a Brasimet, pretende utilizar essa característica para seu novo trabalho na ABM: "Teremos a urgente missão de promover intercâmbio com as mais recentes novidades tecnológicas do primeiro mundo para atualizarmos os nossos profissionais de metalurgia e dotarmos o País de competitividade", declarou o diretor.

Pohlmann, 52 anos, natural de Wuppertal (Alemanha), iniciou



sua carreira na Brasimet, em 1962, como engenheiro de tratamento térmico e, hoje, é diretor-presidente da companhia que atua nos mercados de prestação de serviços de tratamentos térmicos, fabricação de fornos industriais e produção de sais para metalurgia.

## Serex investe alto em tecnologia

A Serex Ind. e Com. Ltda. adquiriu recentemente licença de representação com as seguintes empresas: Rapid Power Technologies Inc. - Brookfield, Connecticut, a qual detém know how sobre:

1º - Retificadores de todos os tipos e com controle à distância por computador;

2º - medidores e totalizadores de ampères-hora;

3º - sistema eletrônico de dosagem de aditivos;

4º - amperímetros.

DMP Corporation, Fort Mill, Carolina do Sul, uma das empresas mais conceituadas nos EUA para fins de tratamento de efluentes.

Techmatic Inc., Nashville, TN, com a qual obteve licença e know how para a fabricação de evaporadores especiais, que proporcionaram substancial economia de sais metálicos e conseqüente redução de consumo de produtos químicos no tratamento de efluentes, gerando inclusive menor quantidade de resíduos sólidos.

## Tratamento de Superfícies

Com um investimento de US\$ 450 mil, a Mangels Tratamento de Superfície S/A colocou em operação, recentemente, uma nova linha de tratamento de superfícies por zincagem eletrolítica. Pioneira no emprego de zincagem a fogo no Brasil, a empresa, que só executa serviços para terceiros, parte agora para essa nova linha, visando ampliar o leque de opções que oferece a seus clientes.

Segundo o superintendente da

Mangels Tratamento de Superfície, Milton Leal da Cruz, a capacidade dessa nova linha chega a 700 toneladas/mês.

O tratamento contra a corrosão proporcionado pela zincagem eletrolítica aplica-se a qualquer tipo de peça, sendo especialmente indicado para aquelas que, no produto final, fiquem expostas e por isso devam apresentar boa aparência. A zincagem eletrolítica também se mostra mais

adequada para tratamento de peças pequenas e delicadas. Ao mesmo tempo que oferece esse novo serviço, com garantia de qualidade, a Mangels Tratamento de Superfície desenvolve e aplica o conceito de "Customer Service", buscando, entre outras coisas, integrar-se ao desenvolvimento do projeto do item a ser protegido contra a corrosão, a fim de obter melhor resultado no processo final de zincagem.

# NOVOS PRODUTOS

## Drypure

O mais moderno equipamento para coagulação de tinta nos lavadores de ar das cabines de pintura está disponível no mercado brasileiro, fabricado pela Enco-Zolcsák Egiptos, Industriais Ltda. licenciada da Haden Drysys International Ltd.

Drypure é um separador do lodo de tinta da água do lavador de cabines de pintura, que processa a coagulação da tinta, produzindo o lodo de alta densidade, com aproveitamento do calor que, normalmente, é lançado na atmosfera pelas estufas de cura de tinta, o lodo de alta densidade é submetido ao processo de secagem, onde se transforma em material reciclável.

ENCO ZOLCSÁK Equipamentos Industriais Ltda.

## Soprador "CHICAGO BLOWER"

Desenvolvido e fabricado pela CHICAGO BLOWER CORPORATION dos E. U. A., o novo soprador, denominado DES. 66, é capaz de alcançar vazões de 10.000 m<sup>3</sup>/h com pressões de até 7050 mmCA.

O desenho 66 é apresentado em duas versões, à saber "OUTBOARD" e "OVERHUNG". A vida útil dos mancais é de 10 anos, e tendo uma vibração mínima, em torno de 1,5 mils no máximo, não há necessidade de fixações ou fundações especiais. HIDROTEC Indústria e Comércio S/A.

## Dibetha-Eleto II - Resolve Líquido

Desengraxante eletrolítico anódico e catódico para ferro e aço em solução concentrada.

Mantendo o mesmo desempenho do já consagrado Dibetha-Eleto II - Sólido nas linhas automáticas de pré-tratamento com zincagens e cromeações mais exigentes, este desengraxante vem agora com nova roupagem que facilita a preparação inicial e nos reforços adicionais. Além de ser mais econômico, não corre riscos de preparações imperfeitas que resultem em resíduos ou lama sedimentáveis.

A preparação do desengraxante é simples: dilui-se o concentrado na proporção de 5 ou 6 vezes em água, sem necessitar de uma agitação prolongada.

UNIBETHA  
Química Ltda.

## Eletrobrilhophos

Solução límpida de cor levemente clara, isenta de sólidos ou partículas estranhas, formulada especialmente para o eletrobrilhantamento do alumínio e suas ligas. Possui como seu principal componente o ácido fosfórico 85% de grau técnico Fosbrasil. FOSBRASIL S/A.

Uma nova linha de desengraxantes alcalinos líquidos concentrados de grande eficiência, para remoção de sujidades, óleos e compostos.

Adequados para uso em sistemas de limpeza química, spray e ultrasônico, para a limpeza de aço, aço inox, cobre e zinco ligas.

ORWEC  
Química S.A.

## Verniz acrílico

Está sendo comercializado um novo verniz acrílico de alto brilho e dureza, para metais ferrosos e não ferrosos. Este verniz destina-se à proteção final de peças decorativas, evitando dessa forma que sejam danificadas as delicadas películas de oxidação preta ou, por outro lado, evitando o embaçamento e escurecimento de peças brilhantes como prateados, latonados, niquelados e outros acabamentos metálicos. O mesmo poderá ser fornecido com acabamento tingido, como ouro, latão, preto, semi-fosco ou brilhante.

Devido às suas características, este verniz, realça o brilho da superfície e aumenta a sua resistência ao desgaste. O verniz acrílico estufa, código 0817-1000, destina-se à indústria de ferragens, iluminação, metais sanitários e bijouterias.

ARPOL  
Industrial Química Ltda.

## NOVOS PRODUTOS

### Desoxil S - 715

*Decapante Fosfatizante que proporciona numa única e simples imersão perfeita desoxidação de ferro e aço, conferindo-lhe ao mesmo tempo uma fina película protetora de fosfato de zinco. Assegura maior proteção e aderência de tintas, oleamento, etc. Reduz custo operacional com boa margem de eficiência.*

**SOELBRA**  
Sociedade Eletroquímica  
Brasileira Ltda.

### Senotherm

*Projetado para a decoração externa de utensílios domésticos, este produto alia a beleza, dada aos produtos com ele revestidos, a excepcionais resistências a altas temperaturas, abrasão e corrosão. Apresenta um espectro de cores bem amplo e texturas das mais diversas. Acabamento perfeito para produtos destinados a altas temperaturas, tais como eletrodomésticos e recipientes de forno e fogão.*

**ALETRON**  
Produtos Químicos Ltda.

### Bomba de Diafragma Wilden Modelo M20

*A bomba pneumática de diafragma Wilden modelo M20 com conexões de 4" flange ASA 125 libras é especialmente indicada para bombeamento de líquidos abrasivos com sólidos grandes, tais como: esgoto, água de galerias em minas, resíduos de celulose ou papel, lodo de clarificador, borra de cal, escória metálica, polpa de minério, etc.*

*A M20 atinge 68 m<sup>3</sup>/h e 8,8 bar (88 mCA) de pressão de descarga.*

*Construída em ferro fundido, pode ser fornecida com diafragma de Neoprene, Poliuretano, Saniflex, Buna-N ou Nordel (EPDM).*

*O tamanho compacto (940 x 832 x 457 mm) e o baixo peso (232 kg) tornam-na facilmente transportável.*

*A M20, tal como as outras bombas Wilden, tem grande resistência à abrasão pois:*

*a) Não apresenta peças rotativas (rolamentos, rotores, etc.) ou deslizantes que dependam de um ajuste com folgas mínimas para desempenhar seu papel.*

*b) o líquido passa com baixa velocidade pela bomba.*

**TETRALON**  
Indústria e Comércio Ltda.

### 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



**COLIBRI**  
Engenharia Ambiental e Saneamento  
S/C Ltda.

Atuando com eficiência no Tratamento de Efluentes e Águas Industriais, Drenagem e Resíduos Sólidos.

**ESTUDOS, PROJETOS E OPERAÇÃO DE ESTAÇÕES  
DE TRATAMENTO**

ALTO PADRÃO TÉCNICO

Rua Alberto Pierrotti, 120 - São Paulo - SP  
CEP 02319 - Fone: (011) 204-3243



# Temos o Menor Preço!

**Cr\$ 7.450,**  
85-05/90

## Micro Rotâmetro

### BAIXO CUSTO!

- Com ou sem válvula agulha
- CORPO EM ACRILICO
- Conexões p/ mangueira de 1/8"
- ATE 16 BAR • ATE 50°C
- Comprimento da escala: 38mm
- PRECISÃO: +/- 5% do l.e.

Tipo	Ar (NL/H)	Água (L/H)
1	2	1
2	3	1,5
3	4	2
4	5	2,5
5	6	3
6	7	3,5
7	8	4
8	9	4,5
9	10	5
10	11	5,5
11	12	6
12	13	6,5
13	14	7
14	15	7,5
15	16	8

### BOMBA de TAMBOR

**NOVA GERAÇÃO**  
BOMBEIA LÍQ. ATE 5000 OPR COM E SEM SÓLIDOS À PROVA DE EXPLOSAO PODE TRABALHAR A SECO!

ATE 3000 L/H  
ATE 55 MCA  
**PESO: 5 kg**

ASPIRA ATE: 3,5 M (seco)  
7,0 M (c/ líq.)

**Bombeia PÓ!**  
SERVE COMO MEDIDOR/TOTALIZADOR DE VAZAO

**PRONTA ENTREGA**

### BOMBA PLÁSTICA

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

PARA:

- PISCINAS
- MAQUINAS DE LAVAR
- SOLUÇÕES QUÍMICAS

**DESCONTO PARA REVENDEDOR**

<b>Allinox 40</b> 24 m³/h máx. 11 m CA máx. 1 CV-3450 rpm	<b>Allinox 60</b> 36 m³/h máx. 15 m CA máx. 2 CV-3450 rpm
--	--

**A ALLINOX** IND. E COM. LTDA.  
R. DA CONSOLAÇÃO, 1992  
6º AND. CONSOLAÇÃO  
SAO PAULO - SP - CEP 01301 - FONE: (011) 256-0855 - TELEX: (011) 24983

**José Maria Vespucci Gomes**  
(Prestação de Serviços)

Profissional atuante na área de Tratamento de Superfície há mais de 35 anos. Ampla experiência e cursos de aperfeiçoamento nos EUA.

**CONSULTORIA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA**

**Atendimento:**  
Agentec - Agência Técnica de Comunicação  
R. Crasso, 160 - CEP: 05043  
Tels: (011) 864-9262 / 263-3839



**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

# PRODUTOS DE QUALIDADE PARA GALVANOPLASTIA

## METAIS:

### NÍQUEL

Catodos 1x1 - 2x2 - 4x4  
Anodos 15x60 - 15x90  
Granulado e outros.

### CÁDMIO

Em bastões.

### ESTANHO

Anodos 10x60 - 20x60  
Verguinhas e Lingotes.

### ZINCO

Anodos 10x60 - 20x60  
Bolas, Lingotes e outros.

### COBRE

Fosforoso, Eletrolítico em tarugos e placas.  
Catodos, Vergalhões e Lingotes "wirebars".

### CHUMBO

Lingotes e placas.  
Anodos: antimoniado e estanhoso.

### CROMO

E OUTROS

## PRODUTOS QUÍMICOS:

SULFATO DE NÍQUEL  
SULFATO DE COBRE  
CLORETO DE NÍQUEL  
CIANETO DE COBRE  
CIANETO DE SÓDIO  
SODA CÁUSTICA EM ESCAMAS  
SACARINA - ÓXIDO DE ZINCO  
ÁCIDO BÓRICO - BÓRAX  
TRIÓXIDO DE MOLIBDÊNIO  
E OUTROS



**AURICCHIO**

Comercial e Industrial de Metais Auricchio Ltda.  
17 anos de tradição!

Av. do Estado, 6.654 (sede própria) Cambuci - S. Paulo - Tronco chave: 273-6499 - Telex (011) 38664 - CEP 01516.

# 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 “as-selhados” 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 Propria: 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:	Cr\$7260,00
Categoria “A”	Sócio Estudante:	Cr\$3630,00
Categoria “B”	Assinatura Opcional	
Categoria “C”	Revista Plating:	sob consulta à ABTS

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

### Para uso da ABTS

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

# A TECNOVOLT FABRICA RETIFICADORES DE CORRENTE PARA TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE COM UMA TECNOLOGIA NADA SUPERFICIAL.

O tratamento de superfície, hoje altamente desenvolvido, é aplicado na quase totalidade dos produtos produzidos pela indústria nacional.

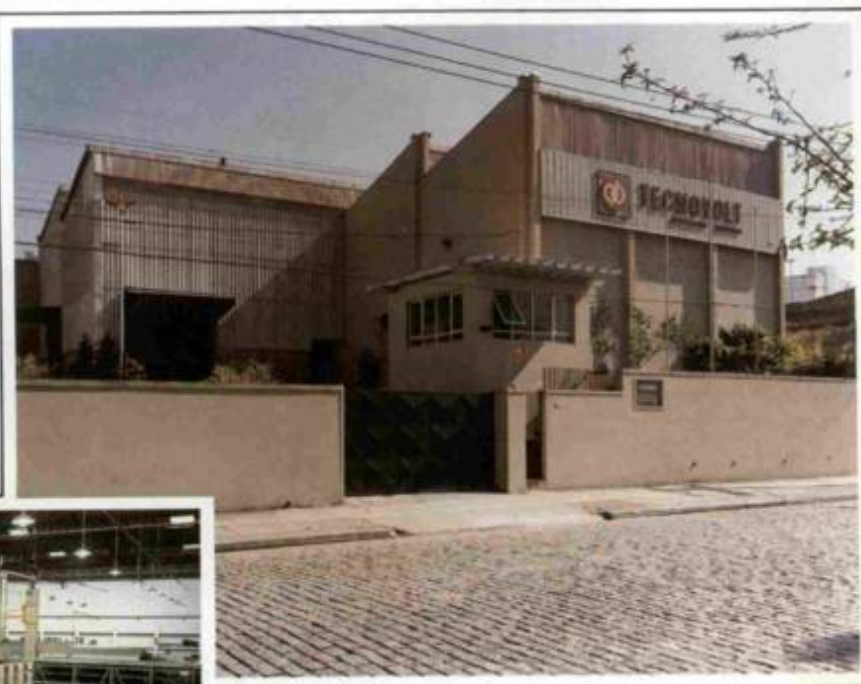
A Tecnovolt vem participando desse desenvolvimento desde a sua fundação, em 1965. Pioneira na fabricação de retificadores automáticos, com capacidade de 20 a 20.000 ampéres e totalmente projetados por técnicos brasileiros, a Tecnovolt já colocou no mercado mais de 6.000.000 de ampéres em corrente contínua.

Sua linha de produtos encontra aplicação nos processos de eletro-deposição, pintura eletroforética, anodização e coloração de alumínio entre outros, produz também equipamentos auxiliares como painéis de comando, de controle múltiplo e medidores digitais de ampére/hora.

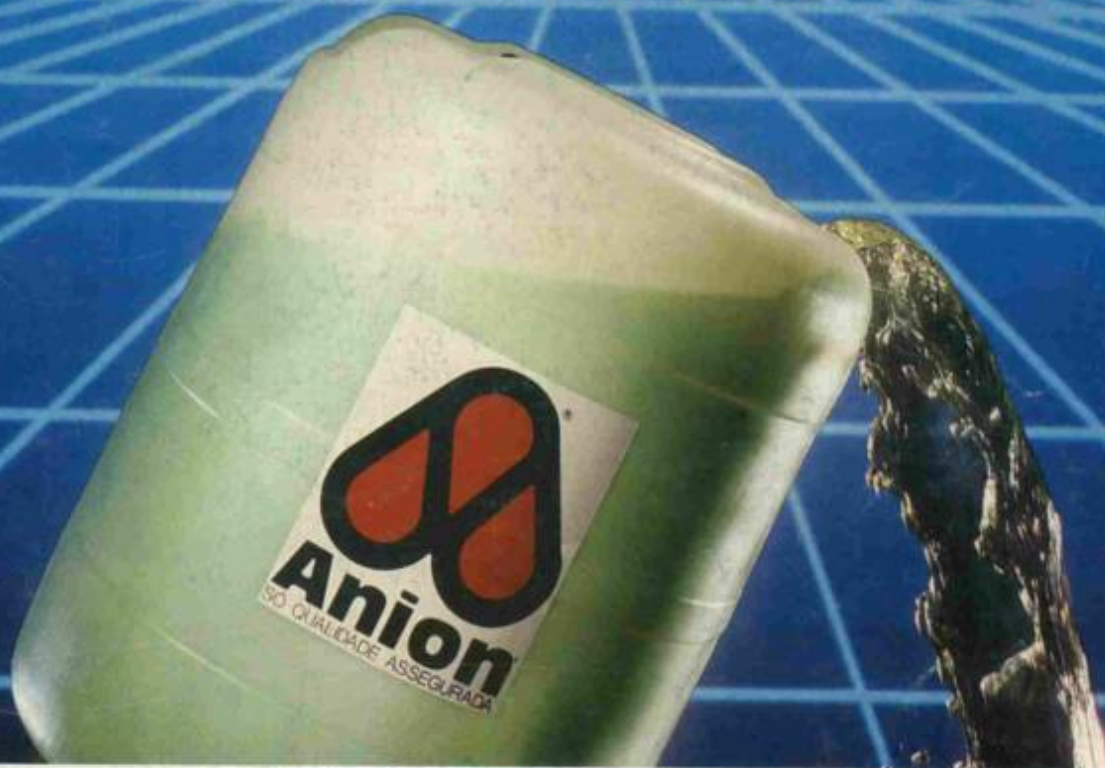
E mais uma vez a Tecnovolt se coloca à frente do mercado.

Através de acordo operacional com a ELCA S.r.l., conceituada empresa italiana, a Tecnovolt passa a produzir também retificadores de ondas pulsantes para oxidação anódica do alumínio e deposição de cromo duro com inversão periódica da polaridade. Por tudo isso, e não é para menos, é que a Tecnovolt tem este slogan:

**QUALIDADE EM  
CORRENTE CONTÍNUA.**



# A ANION DÁ UM BANHO DE QUALIDADE



Garantindo seus Processos, você  
assegura a Qualidade exigida  
por seus clientes. Com mais de 80  
Produtos para Tratamentos de  
Superfície · Acompanhados de Relatório  
de Qualidade Assegurada · A ANION  
faz isso para você.  
Seja exigente! Exija produtos com  
qualidade assegurada. Exija ANION.



**SÓ QUALIDADE ASSEGURADA**

Anion Química Industrial Ltda.  
Rua Etiópia 245, Vila Morelato, Barueri - SP  
CEP 06400 - Tel: 422-3171-TELEFAX 422-2778