

# TRATAMENTO DE A SUPERFÍCIE

ANO 11 N°45

Junho / Julho 1990

Eventos / 90

Programa  
Cultural ABTS

Matérias Técnicas:

Pintura

Corrosão

Galvanoplastia

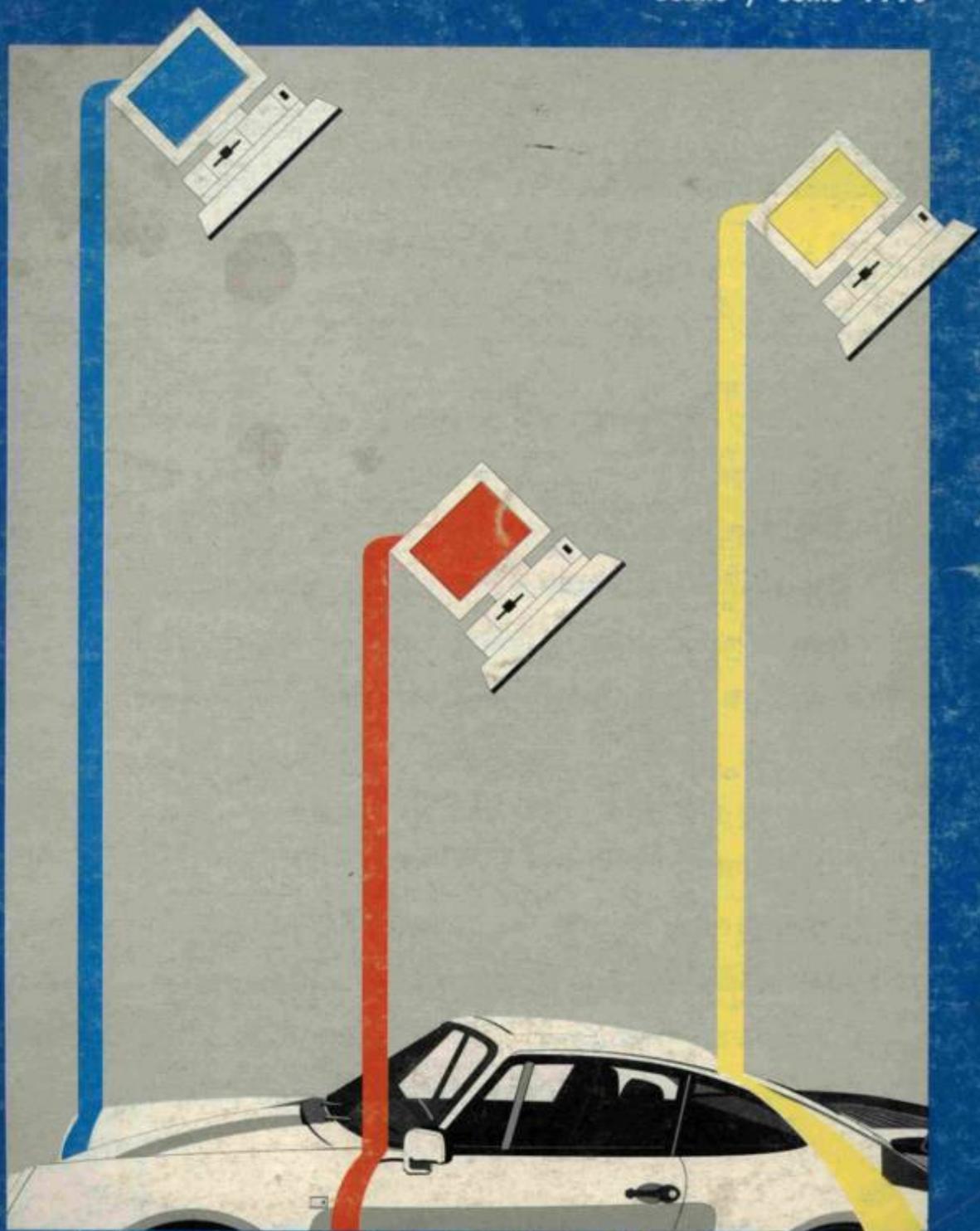
Medição e Ensaio

Tratamento Térmico

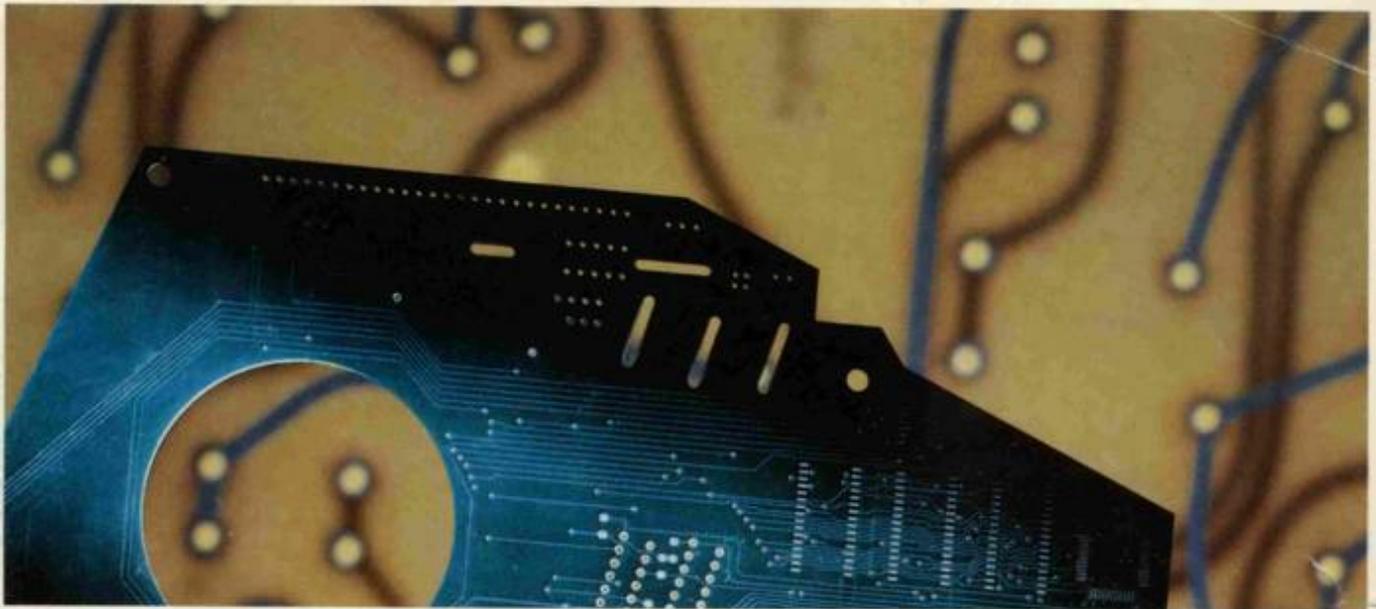
Notícias e Mercado

Marketing

Novos Produtos



**PINTURA: TEMA DO SEMINÁRIO NA ABTS**



## Nós não inventamos o circuito impresso

Nós não inventamos o circuito impresso – mas nos sentimos responsáveis pelo seu futuro.

Desde que os circuitos impressos foram criados, nós ajudamos a melhorá-los e desenvolvê-los. Há mais de duas décadas, processos e equipamentos Schering determinam os padrões mais vantajosos e econômicos na produção de circuitos impressos – desde a placa simples até o mais complexo multilayer.

Desde o início dos anos 60 pro-

duzimos linhas completas para a produção de circuitos impressos. Como resultado de nossa experiência e do know-how adquiridos nas mais diferentes aplicações, nossos produtos são desenvolvidos e testados para solucionar os mais diversos problemas de aplicação prática.

Com as nossas atividades no mundo inteiro, continuamos nos comprometendo com o futuro do circuito impresso. 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

Junho/1990 – Julho/1990  
Volume 45  
Ano 11

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

A ABTS tem como principal objetivo 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.



## 4 Editorial

## 5 Eventos ABTS/90

## 6 Programa Cultural

## 13 Tecnologia em cabines de pintura

*Jesualdo Mendes Bailão Júnior/Cláudio Rubens Pineda*

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

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

## 40 Otimização de Contraste no Analisador de Imagem

*Bernardo José Guilherme de Aragão/José Andrade  
da Silva/Carlos Alfredo Dorigo*

44 Avaliação das propriedades mecânicas em aço ABTN 1045  
com variação da temperatura de Austenitização e Revenido

*Dácio do Nascimento/Orlando Preti*

52 Influência de compostos orgânicos nas propriedades dos  
depósitos de níquel

*Maria Antonia Zamiter S. Costa/Márcia M.B. Garrido/Jorge  
Cabral Gaio/Antonio Geraldo*

## 59 Notícias e Mercado

## 63 Marketing

## 65 Novos Produtos

## Expediente

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:

Airton 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,  
Rodnei Bertazzoli,  
Wady Millen Junior e  
Volkmarr Ett.

## Conselheiro Honorário:

Mozes Manfredo Kostmann

## Secretária:

Marilena Kallagian

## Presidente do Sindisuper:

Roberto Della Manna

## Delegados:

Ronaldo Braga

Manaus

Fone: (092) 237.3311

Ramon Gonçalves da Silva

Minas Gerais

Fone: (031) 333.0455

Benedito Afonso Ferreira

Paraná

Fone: (041) 283.1156

## Laio Martins G. Pereira

Rio de Janeiro

Fone: (021) 351.9493

## Reinaldo Dias V. Cavalcanti

Rio de Janeiro

Fone: (021) 270.5088

## Luiz Alberto Bertotto

Rio Grande do Sul

Fone: (054) 221.6835

## Produção:

AGENTEC

## Diretora Editorial:

Regina Botero

## Diretores:

Reinaldo Botero

Gill Cavalcanti

## Editora Executiva:

Arlete Cactano

## Direção de Arte:

Elio M. Sant'Ana

## Assistente de Arte:

Regina Schild

## Gerência Comercial:

Elizabeth de Oliveira

## Gerência de Marketing:

Marcello A. Scantimburgo

## Revisão:

Anamaria Bella

## Secretárias:

M. Carmelita A. R. de Moraes

## Fotografia:

Rubens – Herbert

## Agência Técnica de Comunicação

Rua Crasso, 160

CEP 05043 – Lapa – São Paulo

Tel.: (011) 864.9262

## Vamos investir na capacitação de nossos profissionais!



*Na era das importações liberadas onde a economia será totalmente competitiva, as empresas nacionais terão que abandonar seus antigos costumes e investir no desenvolvimento e qualificação profissional de seus funcionários.*

*A grande figura a entrar em cena nesta modernização será o treinamento de pessoal como ferramenta de marketing, que abrirá novos canais para o desenvolvimento das empresas. Foi com esta preocupação que a ABTS atualizou as apostilas que são utilizadas como material didático nos cursos básicos de galvanoplastia, visando levar ao conhecimento dos participantes as inovações tecnológicas.*

*Podemos dizer sem sombra de dúvidas, que as empresas que quiserem se modernizar, para obter maior produtividade, qualidade e competitividade, terão que dispensar especial atenção ao treinamento interno dentro das organizações.*

**Roberto Motta de Sillos**  
Diretor Cultural da ABTS

# Eventos ABTS/90

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

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

## 8º Seminário sobre Processos e Equipamentos para Pintura Técnica

Entre os dias 6 e 13 de agosto, a ABTS, Fiesp/Ciesp e Sindisuper estarão promovendo o 8º Seminário sobre Processos e Equipamentos para Pintura Técnica, na avenida Paulista, 1.313 - 10º andar - sala 1.001 (Edif. Fiesp), das 19 às 22 horas.

O temário do evento é composto pelos seguintes itens:

- 06.08 - Pré-tratamento superficial
  - Teoria e prática da fosfatização
  - Conceitos, aplicações e sua utilização na indústria automobilística
- 07.08 - Eletrodeposição: cataforese e anaforese
  - Primer solúvel em água
  - Esmalte solúvel em água

- Tintas em pó
- 08.08 - Evolução das tintas nos últimos 20 anos
  - Tendências - Debates
  - Equipamentos para pintura convencional, eletrostática e airless
- 09.08 - Introdução à pintura moderna
  - Pré-tratamento
  - Secagem
  - Meios de transporte
  - Automação e processamento de dados
- 10.08 - A
  - Controle químico e operacional para um processo de fosfatização
  - Defeitos do processo
  - Avaliação qualitativas

- B
- Controle de qualidade dos revestimentos orgânicos utilizados na indústria automobilística
- 13.08 - Processos e reações químicas das tintas

Estes temas ficarão sob a responsabilidade das seguintes empresas: Henkel S.A. Indústrias Químicas; Glasurit do Brasil Ltda.; Dürr do Brasil S.A. Equipamentos Industriais; Ransburg Equipamentos Industriais Ltda.; Autolatina Comércio, Negócios e Participações Ltda.; Oxford Tintas e Vernizes; e Novamax Technologies Anticorrosivos Ltda.

O número de vagas é limitado em quarenta participantes.

## 1º Seminário de Pintura sobre Plásticos

Com a coordenação de Roberto Motta de Sillos, Diretor Cultural, Orlando Corraini Filho e Gilmar de Oliveira Pinheiro, membros do Conselho Diretor da ABTS, será realizado o 1º Seminário de Pintura sobre Plásticos, de 17 a 24 de setembro, na avenida Paulista, 1.313 - 10º andar - sala 1.001 (Edif. Fiesp), no horário das 19 às 22 horas, sob o patrocínio da ABTS, Fiesp/Ciesp e Sindiduper.

Programação:

- 17.09 - Termoplásticos de Engenharia
  - 18.09 - Pré-tratamento em superfícies plásticas
  - 19.09 - Tintas para aplicação em plásticos
  - 20.09 - Equipamentos de processo
  - 21.09 - Equipamentos de aplicação Elementos de coagulação de tinta
  - 24.09 - Novas tecnologias e influências sobre o meio ambiente
- As empresas responsáveis pela apre-

sentação destes tópicos são: Coplem S.A. Indústria e Comércio; Henkel S.A. Indústria e Comércio; Inbra S.A. Indústrias Químicas; Oxford Tintas e Vernizes; Enco Zolcsák Equipamentos Industriais Ltda.; Sames Indústria e Comércio Ltda.; Nalco Produtos Químicos Ltda.; e Akso Ltda.

O número de vagas é limitado em cinquenta participantes.

Os interessados nestes seminários poderão se inscrever na secretaria do Deprov, na Praça Dom José Gaspar, 30 - 5º andar - fone: 257-0088 (Treinamento). A taxa é de 195 BTN's para associados da ABTS, Sindusuper e Ciesp, e 280 BTN's para não associados. Maiores informações poderão ser obtidas na secretaria da ABTS com a srta. Luciana.



TETRA-DEWEKA



*Para as Superfícies*

*Perfeitas*

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

**MANUFATURA GALVÂNICA  
TETRA LTDA.**

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



LINHA AUTOMÁTICA NA FREIOS VARGA S.A.



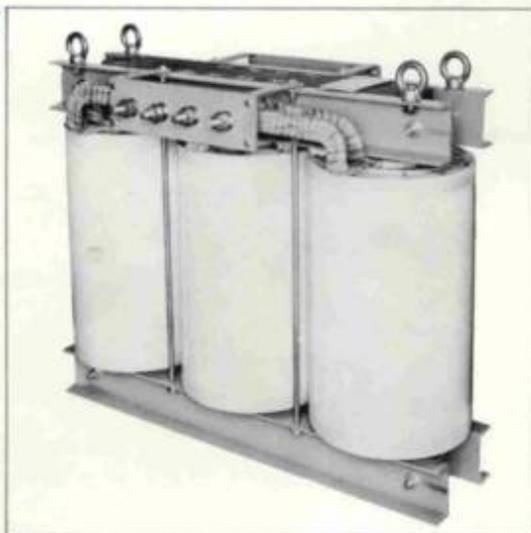
TECNOLOGIA  
Alemã  
+  
Qualidade  
+  
Segurança

90  
ANOS  
DE  
GALVANOPLASTIA

# EQUIPAMENTOS FARADAY PARA TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

**TIPO:  
FDS-1500  
(1500ACA -  
24VCA)**

Transformador para coloração ou anodização de alumínio. Refrigeração à seco ou óleo mineral até 10.000ACA.



**TIPO: FDRS  
(2000A - 60VCC)**

Retificador automático. Refrigeração ar forçado, ar forçado-óleo, ar forçado-água ou óleo mineral. Tensão e corrente constante — ajuste de tensão e corrente através de tiristores ou amplificadores magnéticos. Capacidade até 10.000ACC.

**TIPO: FDRO-M 5000  
(5000A - 12VCC)**

Retificador refrigerado por circulação natural à óleo mineral isolante. Ajuste de tensão através de chaves comutadoras rotativas.



**TIPO:  
FDRM-3000  
(3000A - 12V)**

Retificador com refrigeração por ar forçado. Ajuste de tensão através de chaves comutadoras rotativas. Capacidade até 5000ACC.



## FARADAY

### TECNOLOGIA EM RETIFICADORES

Faraday Equipamentos Elétricos Ltda.  
Rua MMDC, 1.302 - S. Bernardo do Campo - SP  
Fone: (011) 418-2800 - Telex: (011) 46023

## Programa Cultural

**Palestra: "Sistema de Qualidade na Indústria de Circuitos Impressos"**

Dando prosseguimento a Programação Cultural elaborada para este ano, a ABTS em conjunto com o Sindisuper e Fiesp/Ciesp patrocinaram no dia 29 de maio, no Salão Nobre da Fiesp, a palestra: "Sistema de Qualidade na Indústria de Circuitos Impressos", cuja apresentação esteve a cargo do Gerente de Desenvolvimento para a Qualidade da Sigmatel Eletrônica Ltda., Marcos Bonavita.

A normatização na área de Circuitos Impressos e o Sistema de Qualidade com base na Norma ISO, série 9000 foram a pauta do palestrante que abordou as diretrizes determinadas pela alta administração de uma empresa apoiada nestas normas para formar um sistema de garantia de qualidade.



*Marcos Bonavita*

**Palestra: "Novidades do Setor de Tratamento de Superfícies"**

Aconteceu dia 26 de junho, no Salão Nobre da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, a palestra: "Novidades do Setor de Tratamento de Superfícies", elucidada pelo engenheiro Volkmar Ett, Diretor da Casca-dura Industrial S.A.

Esta palestra englobou os seguintes tópicos: Aspersão a Plasma; Aspersão Hipersônica; Solda PTA; Proteção do Meio Ambiente e Banhos de Cromo Trivalente.

No coquetel, que antecedeu o evento sob os auspícios da ABTS, Fiesp/Ciesp e Sindisuper, profissionais do setor estiveram presentes, movidos pelo interesse na atualidade do assunto tratado neste encontro.



*Volkmar Ett*

### 39º Curso Básico de Galvanoplastia

A ABTS e a Escola Técnica de Saneamento - Senai estarão promovendo entre os dias 6 e 24 de agosto, das 19 às 22 horas, o 39º Curso Básico de Galvanoplastia, em Curitiba (PR). Coordenado por Roberto Motta de Sillos e Carlos Alberto Amaral, respectivamente, Diretor Cultural e membro do Conselho Diretor da ABTS e ainda, Luiz Henrique Bucco, Diretor da Escola Técnica de Saneamento, este curso conta com profissionais experientes no desenvolvimento do temário e com apostilas atualizadas para beneficiar o melhor aproveitamento dos participantes.

Para os associados da ABTS, Sindi-super e Ciesp a taxa é de 250 BTN's e para os não associados é de 355 BTN's. O número de vagas é limitado para 40 participantes. Maiores informações serão fornecidas pela secretaria da ABTS/Sindisuper.

### 1ª Jornada Química

A cidade de Bragança Paulista (SP) sediou de 25 a 29 de junho a 1ª Jornada Química realizada no Colégio Técnico "Professor João Carozzo", que teve como objetivo dar uma pequena introdução a diversos temas escolhidos conforme as necessidades das empresas da região e assim aumentando a integração escola/empresa.

O evento reuniu alunos e técnicos das empresas que tiveram a oportunidade de esclarecer suas dúvidas no contato direto com os profissionais que ministraram as palestras.

Temário:

25.06 - Palestra de Galvanoplastia - ministrada por Rudolf Maier da Rohco Indústria Química Ltda. e Hans Langer da AMP do Brasil, representando a ABTS.

26.06 - Palestra sobre Cromatografia Gasosa - ministrada por Riberto Tonon da Instrumentos Científicos C.G. Ltda.

27.06 - Palestra sobre Espectrofotometria - ministrada por Ana Cristina da Micronal S.A.

Palestra sobre Absorção Atômica - ministrada por José Marcos Brolesi da Intralab S.A.

28.06 - Palestra sobre Energia Atômica - ministrada por José Roberto de Almeida Leite - Copesp - Projeto Aramar.

29.06 - As atribuições do químico e sua ética profissional - ministrada pelo Dr. Miguel Romeu Cuocolo - Diretor Executivo do CRQ - 4ª Região.

O Professor e Coordenador do Curso Técnico de Química do Colégio "Professor João Carozzo," José Eduardo Camargo expressou a sua satisfação pelos resultados positivos deste encontro, colocando ainda que "futuramente, pretendem dar prosseguimento a este tipo de atividade promovendo em conjunto com a ABTS Cursos de Galvanoplastia, abordando os temas de forma mais específica".

### Informativo para o uso do novo convite da ABTS

A ABTS lançou um novo modelo de convite para as palestras que realiza mensalmente, objetivando o conhecimento mútuo de seus frequentadores. Para melhor compreensão, informamos a seguir como deve se proceder a sua utilização.

O convite deve ser preenchido com antecedência (frente e verso) pelo convidado. Na entrada do Salão Promocional, onde ocorrem os coquetéis, haverá uma urna onde deve ser depositada a parte destacável. O convite apresenta uma dobra que ao ser vincada torna-o um crachá para ser usado no bolso do paletó.

### Convênio FAAP/ABTS

A FAAP - Fundação Armando Álvares Penteado e a ABTS assinaram no último dia 27 de junho, um convênio com a duração inicial de dois anos,

com a finalidade de promover atividades culturais, técnicas e científicas, desenvolvendo assuntos de interesse na área de Tratamentos de Superfícies.

Estas atividades consistem em: cursos; palestras, simpósios e congressos; apoio às pesquisas tecnológicas; publicação para o meio técnico; intercâmbio de informações; e intercâmbio tecnológico.

### Sur/Fin'90

Realizado de 9 a 12 de julho em Boston (EUA), com patrocínio da AESF (American Electroplaters and Surface Finishers Society), o Sur/Fin'90 reuniu profissionais de todas as partes do mundo, atraídos pelas inovações tecnológicas apresentadas no Programa Técnico na forma de seminários e na Exposição onde grande variedade de produtos, equipamentos e processos foram lançados.

Airi Zanini, presidente da ABTS, esteve presente ao evento. Na ocasião, recebeu um prêmio de 50 dólares, com o qual a ABTS foi agraciada por ter sido a regional que mais angariou sócios na sua categoria em 89.

Na próxima edição, publicaremos nova matéria contendo mais detalhes sobre este importante evento de acabamentos superficiais.



Discos de Pano e  
Sisal p/ Polimento

Metalúrgica Polystamp Ltda.

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

## Criação de Comissões Técnicas na ABTS

Com o objetivo de promover a atualização e a interação técnica entre os profissionais que atuam na área de Tratamentos de Superfície, a ABTS está propondo a criação de Comissões Técnicas. Cada comissão realizaria eventos em sua especialidade promovendo seminários, palestras técnicas, cursos e publicações, atendendo a demanda crescente de atividades mais dirigidas e especializadas.

Solicitamos aos interessados em

participar, que avaliem os títulos das comissões propostas, e respondam os quesitos abaixo remetendo-os à ABTS, aos cuidados de Rodnei Bertazzoli.

Comissões Técnicas Propostas:

1. Eletrodeposição I - Eletrólitos Aquosos
2. Eletrodeposição II - Sais Fundidos
3. Deposição Química
4. Circuitos Impressos
5. PVD/CVD
6. Pintura
7. Tratamentos Térmicos e Termoquímicos de Superfícies
8. Revestimentos para Aplicações Especiais
9. Controle de Qualidade - Ensaios de Revestimentos
10. Automação de Processos
11. Controle Ambiental e Tratamento de Efluentes
12. Produtos Siderúrgicos Planos Revestidos
13. Aspersão Térmica

Nome .....

Empresa .....

Cargo / Função .....

Endereço para correspondência .....

.....

Sócio da ABTS? .....

Gostaria de participar das comissões: 1. ....

2. ....

Proponho a criação das comissões: 1. ....

2. ....

3. ....

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

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

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

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

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

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

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

## Sócios ativos e sócios patrocinadores

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

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

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

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

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

(Extraído dos Estatutos da ABTS).

### Proposta para sócio patrocinador:

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

### Representante junto à ABTS:

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

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

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

### Proposta para sócio ativo

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

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

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

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

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

### Para uso da ABTS

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

# Tecnologia em cabines de pintura

Jesualdo Mendes Bailão Júnior/Cláudio Rubens Pineda

Palestra apresentada na ABTS no dia 22 de março de 1990

## I) Objetivo

Nosso trabalho visa apresentar os conceitos técnicos de projeto e construção de cabines de pintura, utilizadas nos mais diversos processos de produção da indústria brasileira.

Para exposição do tema, o trabalho foi dividido nas etapas a seguir:

- A) processo básico de pintura e materiais utilizados;
- B) métodos de aplicação de tinta;
- C) cabines de pintura;
- D) conceitos de filtragem e condicionamento de ar;
- E) sistema de separação e tratamento da borra de tinta.

## II) Apresentação do Trabalho

### A) Processo Básico de Pintura e Materiais Utilizados

Para pintura de um objeto/peça/produto metálico é necessário estabelecer um processo de tratamento da superfície, visando garantir a proteção anticorrosiva, a qualidade do acabamento, o efeito estético e o custo final do produto, a fim de se manter a empresa competitiva no mercado consumidor.

#### A.1) Fatores que Influem nos Materiais para Pintura de Acabamento

- Necessidade de acabamento resistente a:

- atmosfera marítima;
- clima adverso;
- raios ultravioleta
- Redução do custo do produto sem prejudicar a qualidade.
- Melhorar a aparência do produto para atender ao mercado consumidor.
- Melhorar o nível de qualidade do produto para conquistar maior participação e/ou novos mercados consumidores.
- Redução dos níveis de poluição ambiental.
- Garantir ao processo total segurança, para que todos os operários envolvidos na pintura do produto mantenham suas condições de saúde preservadas.

#### A.2) Processo Básico de Pintura

1. Pré-Tratamento e Fosfatização
  - Lavagem, desengraxamento, aplicação de camada inorgânica cristalina (fosfato de zinco) e selagem da camada cristalina
2. Camada Básica Primer Eletroforético
  - Sistema anódico
    - baixa camada
  - Sistema catódico
    - alta camada
3. Camada Intermediária de Pintura
  - Aplicação de "primer surfacer" a base de resina epóxi, com alta pigmentação.
  - Aplicação de calafetadores/seladores a base de poliéster.
4. Camada Final de Pintura
  - Aplicação de pintura final para atender aspectos estéticos de acabamento, qualidade e garantia

#### A.3) Tipos de Tintas de Acabamento

- Alquídicos.
- Acrílicos "Thermosetting".
- Acrílicos Termoplásticas.
- "Base Coat" & "Clear".
- Poliuretano.
- Tintas com altos sólidos.
- Tintas a base de água.
- Tintas para pintura de plástico.

#### A.4) Fatores que Influem no Acabamento e Qualidade Final do Produto

- 1) Tipo de tinta utilizado no processo de pintura.
- 2) Método de aplicação de tinta no processo de pintura.
- 3) Condições de aplicação da pintura.

### B) Métodos de Aplicação de Tinta

1. Processo Manual (Fig. 1)

Pistolas de Pintura (Fig. 2)

- Convencional (Fig. 2)
- "Air Spray" Eletrostático (Fig. 3)

- Convencional (Fig. 4)
- "Airless" Eletrostático

2. Processo Automático
  - Reciprocadores
  - "Turbo-Bell"

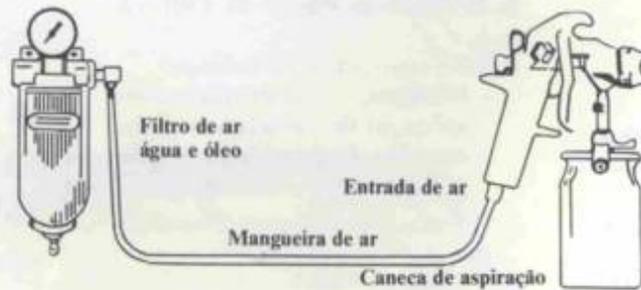
3. Processo Robotizado

# PISTOLA DE PINTURA "AIR SPRAY" (CONVENCIONAL)



## Pistola de pintura "Air Spray" (convencional)

### COM CANECA DE TINTA



### COM TANQUE DE PRESSÃO



Pistolas de pintura "Air Spray" (eletrostática)

FONTES DE POTÊNCIA - TECNOLOGIA  
Progresso de 1940 até hoje  
Externa:

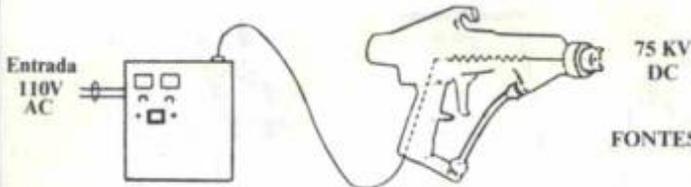


Fig. 1a

FONTES DE POTÊNCIA - TECNOLOGIA  
Progresso de 70 até 80  
Externa/Interna



Fig. 1b

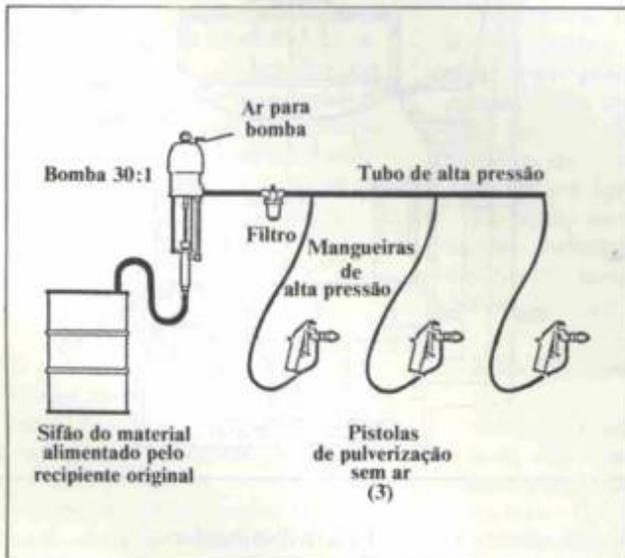
FONTES DE POTÊNCIA - TECNOLOGIA  
Progresso em 1983  
Interna:



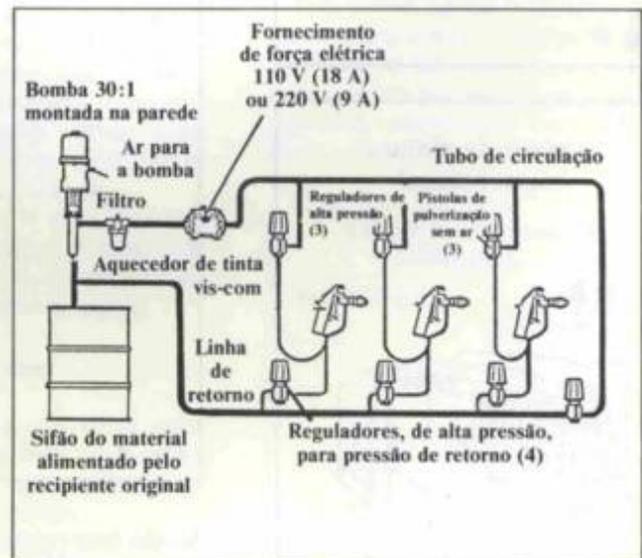
Fig. 1c

Fig. 3

Sistema de pulverização



INSTALAÇÃO TÍPICA SEM AQUECIMENTO  
(PRESSÃO 1500 A 4000 psi)



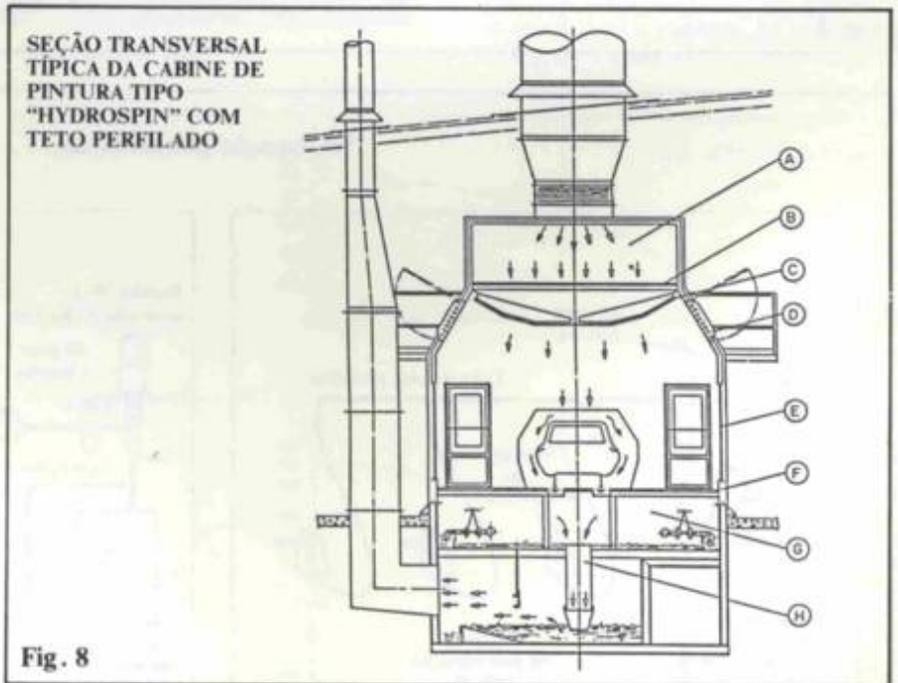
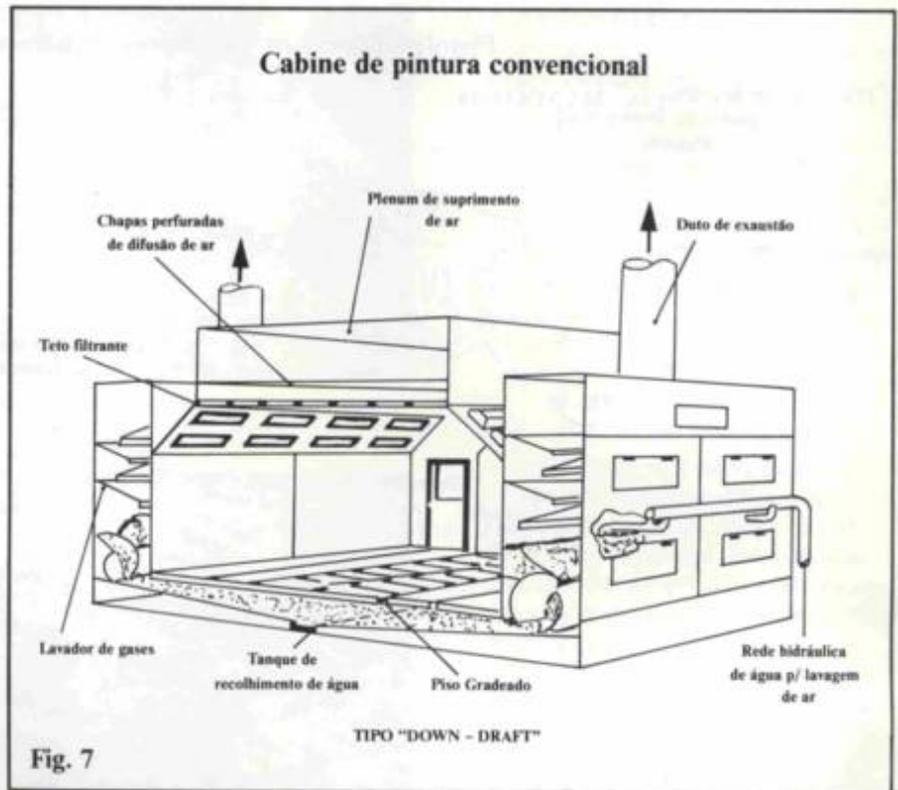
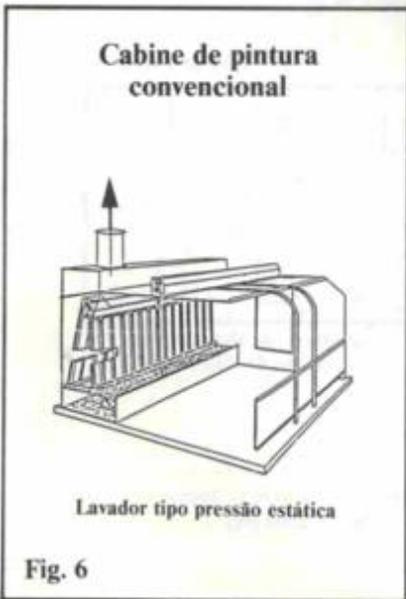
INSTALAÇÃO TÍPICA COM AQUECIMENTO  
(PRESSÃO 800 A 2500 psi)

Fig. 4

**C) Cabines de Pintura**

As cabines de pintura são divididas em duas famílias, sendo:

- lavador tipo cascata frontal - Fig. 5
- **Convencionais:** - lavador tipo pressão estática - Fig. 6
- lavador tipo "Down Draft" - Fig. 7
- teto perfilado - Fig. 8
- **"Hydrospin":** - teto plano - Fig. 9



Secção transversal típica da cabine de pintura tipo "Hydrospin" com teto perfilado:

- A) plenum;
- B) chapa difusora de ar;

- C) teto distribuidor de ar;
- D) luminárias;
- E) vidros laterais;
- F) piso gradeado;
- G) tanque lavador;
- H) cone lavador "Hydrospin Dynatube".

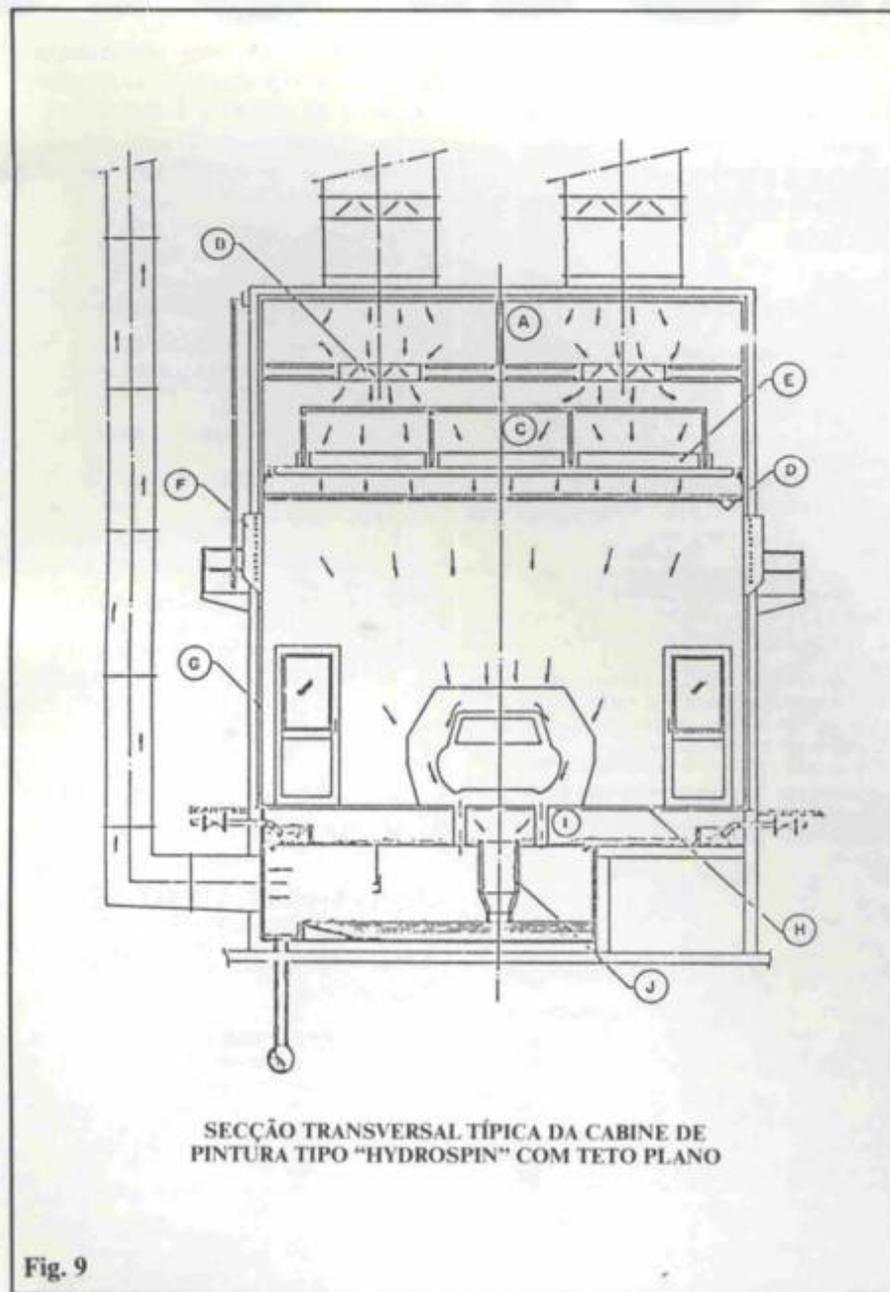


Fig. 9

Seção transversal típica da cabine de pintura tipo "Hydrospin" com teto plano:

- A) distribuidor principal de ar;
- B) "dampers" de regulagem
- C) plenum;
- D) teto distribuidor de ar;
- E) carrinho para troca de filtros;
- F) luminárias;
- G) vidros laterais;
- H) piso gradeado;
- I) tanque lavador;
- J) cone lavador "Hydrospin Dynatube".

### Cabine de Pintura Tipo "Hydrospin"

#### 1) Vantagens do Sistema "Hydrospin":

- custo baixo de manutenção;
- paredes de vidro;
- portas em qualquer locação nas paredes;
- câmaras laterais de lavagem eliminadas;
- gradeamento largo e robusto, com extensão central para o melhor fluxo de ar;

- não tem bicos aspersores que podem entupir;
- água recirculada 16 GPM por pé linear, 50 GPM para outras cabines;
- instalação para tratamento de água reduzida por 60% pelo menos e até maior redução quando utilizado o sistema "Hydropac";
- atestado pela FORD e GMC, com a eficiência mais que 99,85% para tintas a base de solvente e água.

#### 2) Funcionamento do Sistema "Hydrospin"

A alma de "Hydrospin" é a sua simplicidade absoluta. Enquanto que nas cabines tipo mais ortodoxo são necessárias superfícies muito grandes de placas de metal umedecidas, montadas em compartimentos desajeitados de eliminação de "spray", nos lados da cabine de pintura, no caso de "Hydrospin", estes compartimentos foram eliminados.

O ar carregado de tinta é levado diretamente ao lavador "Dynatube", montado na superfície da água debaixo das grades do piso, com isso o ar é rapidamente levado ao lavador.

Isto representa uma economia não somente no espaço da cabine, mas elimina muito trabalho sujo de manutenção normalmente executado no piso da mesma.

Também proporciona conforto para o operador, visto que os operadores trabalham numa plataforma limpa e bem iluminada, com o padrão máximo de ventilação, e contato visual excelente com as áreas adjacentes. O pintor não é mais isolado quase que totalmente do resto da fábrica, e não sofre por causa do nível de barulho normalmente associado com as câmaras de lavagem, as quais transmitem e amplificam os barulhos do ar, da água e dos ventiladores.

A eficiência da cabine pode ser julgada de duas maneiras básicas: primeiro, como um sistema de purificação de ar; segundo, como uma aparelhagem para manter o mais alto padrão possível de acabamento da pintura pulverizada.

Este último critério é muito auxiliado por um ambiente adequado de trabalho para os operadores, o que ajuda a produção ou a velocidade da linha e as relações de trabalho.



# 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 Q 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)  
Emulganth 75 (solvente desengraxante emulsionável)

### 2. DESENGRAXANTES ELETROLÍTICOS

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

### 3. DECAPANTES QUÍMICOS E ATIVADORES

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

## PROCESSOS DE ELETRODEPOSIÇÃO DE METAIS

### 1. COBRE

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

### 2. NIQUEL

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

### 3. CROMO

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

### 4. ZINCO

Preflex 61 (10 g/l Zn, 21 g/l NaCN, 76 g/l NaOH)  
Preflex 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)  
Zincacido (zinco ácido fosco)

### 5. CÁDMIO

Cadix (brilhante parado/rotativo)

### 6. LATÃO

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

### 7. ESTANHO

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

### 8. ESTANHO/CHUMBO

Estanho Chumbo 6040 (liga ideal para soldar circuitos impressos)

### 9. FERRO

Banho de Ferro Elpewe

### 10. PRATA

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

### 11. OURO

Banho de ouro 1/4 Dukaten (24 kilats)

Diadema Au 120 (banho básico para ouro)

### 12. BHZONZE

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 melhor 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 à frio)  
Berlifos PT (cristais médios para pintura e trefilação)

Berlifos Mn (fosfato de manganês para camadas antifriccionantes)

Berlifos L-56 (fosfato de zinco para laminação, trefilação etc.)

Berlifos Micro (fosfato de zinco micro cristalino para boa aderência de tintas)

Berlifos Micro 250 (micro-cristalina isenta de cristalização a olho nú)

### 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 À FRIO

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

Berlilub 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

Emulganth 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

Berlifix C.J. (fluxo de solda)

Erasant Cu 150 (removedor de cobre)

Erasant Cu Starter (Starter para removedor de cobre)

Terminox C.J. 578 (Limpador 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)

Ultraplast NI-S 76 (níquel quim. alc.)

Ultraplast NI-S 8 (níquel quim. ácid.)

### 3. NIQUEL QUÍMICO

Ultraplast NI-S 9 (para ferro, cobre, etc.)

### 4. BRONZE QUÍMICO

Albronz

### 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 abrihantadores 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 61 (abrilhamento 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 ganchoiras)

### 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 automátatos - claro)

Banalub (altamente aditivado - escuro)

Grabalub (altamente aditivado para alta rotação)

Banalub AZ 576 (óleo de corte claro)

Extremol (altamente aditivado com molibdênio)

Klarolub H-15 (óleo de corte sintético)

Emulganth OS (óleo de corte solúvel)

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

Berlimol (aditivo de molibdênio)

### 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 à 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)

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

## ALETRON

### PRODUTOS QUÍMICOS LTDA.

Rua São Nicolau, 210 - DIADEMA, SP

Caixa Postal 165 - CEP 09901 -

Telefones: (011) 4456296 - 4456294

Telex: (011) 45022 NUAG BR

As vantagens principais específicas do "Hydrospin Dynatube" são apresentadas a seguir.

### 3) Eficiência do Sistema "Hydrospin"

O sistema foi certificado pela FORD (teste BAX-2) e pela GENERAL MOTORS como tendo eficiência melhor que 99,864%, com tintas a base de solvente e/ou água.

A alta eficiência de lavagem satisfaz a legislação de controle de poluição, com todos os novos tipos de tinta.

A quantidade de água circulada no sistema é bastante baixa, 16 gpm/ft (4 litros/s/ metro de comprimento da cabine), substancialmente menor que outras cabines nesta faixa de eficiência, onde quantias de 10-15 litros/s/metro são normais.

A potência da bomba para a distribuição da água na cabine é bastante reduzida, com economia de força até 4,5 HP (3,36 kW) para cada 3 metros de cabine.

Não existem bicos de pulverização de abertura pequena para entupir.

Não tem abertura de inundação para entupir as válvulas que possam ser fechadas inadvertidamente.

Não tem "placas" de eliminação de gotas para tirar e revisar.

### 4) O Ambiente da Cabine

A ausência de unidades de lavador nos lados da cabine permite o envidraçamento das paredes. As paredes de vidro fazem o operador sentir que ele está sendo encarregado na cabine, uma vez que sua vista pode ser dirigida para fora, providenciando ligação com os outros operadores.

A supervisão ficará mais fácil e mais discreta.

Portas de acesso podem ser providenciadas em qualquer ponto ao longo do comprimento da cabine. Pontos de escape conseqüentemente são visíveis, as portas podem ser mantidas fechadas, e não meio abertas, como é o caso com as cabines mais "clausrofóbicas".

### 5) A sucção é colocada centralmente debaixo do piso gradeado:

A) eficiência máxima de sucção é alcançada, tirando o ar para baixo nas áreas denominadas "Spray Bounce", onde o excesso de aspersão atinge o valor máximo;

B) o piso inteiro da cabine pode ser

gradeado, reduzindo a contaminação do ar da cabine, introduzida pelos pés, permitindo que o sistema de sucção tire verticalmente para baixo em relação ao ar de insuflamento;

C) o operador pode ver o movimento da água através do piso. Isto, junto com a distribuição do ar para baixo, tranquiliza. Nas fábricas de produção alta com as máximas velocidades de linha, isto tem profundo efeito psicológico sobre os operadores, que podem ver a cabine funcionando.

D) as grades de largura total do piso permitem uma fácil inspeção, ajudando as equipes de manutenção a manter o tanque lavador sempre limpo.

### 6) Distribuição de Ar

O teto perfurado HADEN DRYSYS, desenvolvido e refinado durante muitos anos, providencia um contínuo fluxo de ar, sem igual, sobre a área total da cabine, alcançando condições possivelmente melhores para os operadores e para o processo de pulverização com o custo mínimo possível.

Vantagens positivas incluídas:

A) A velocidade do insuflamento, a qual aumenta progressivamente nos níveis mais altos, aproximando o filtro (difusor), causa resistência de modo corrente ao "overspray", que sobe. Isto é um aspecto muito significativo, que reduz ao mínimo a contaminação entre carrocerias, considerando particularmente a utilização de máquinas automáticas de pintura nas linhas rápidas, com freqüentes mudanças de cores. A contaminação do filtro também é reduzida ao mínimo e aumenta a vida do filtro.

B) As luminárias montadas em ângulo proporcionam melhor nível de iluminação sobre as unidades em processo.

C) O fluxo de ar executa uma varredura sobre as luminárias e as paredes laterais de vidro da cabine, deixando as mesmas livres das partículas de tinta, e neutraliza os efeitos da convecção das partículas.

D) O fluxo de ar remove os vapores de solvente, carregando o "overspray" da zona mais crítica sobre as unidades. Ao mesmo tempo, em combinação com a exaustão central dos "Dynatube", surge um excelente movimento vertical do ar em redor das carrocerias.

E) O desenho do teto difusor de ar permite a utilização de excelentes mantas filtrantes, especialmente fabricadas para minimizar a passagem de pequenas partículas (menores que 2  $\mu$ m) para o interior da cabine.

F) Os fluxos de ar nas cabines de pintura tipo "Hydrospin", são normalmente 15% menores em volume que em qualquer outro tipo de cabine de pintura.

### 7) Manutenção do Sistema "Hydrospin"

As necessidades de manutenção de uma cabine de pintura do tipo "Hydrospin" são menores que as das demais cabines de pintura. Normalmente o sistema "Hydrospin Dynatube" tem as vantagens a seguir, do ponto de vista de manutenção:

A) filtros de tela fina na sucção das bombas, que necessitam de constante limpeza, normalmente são substituídos por telas grossas, porque no sistema "Hydrospin" não existem bicos que entopem com a borra de tinta;

B) os tubos de distribuição de água dos "Dynatube" são de diâmetro 75 ou 100 mm (3" ou 4"). Não necessitam de limpezas periódicas;

C) as cabines de pintura tipo "Hydrospin" não necessitam, em seu sistema de exaustão de ar, de conjunto eliminador de gotas, dispensando assim constante manutenção e limpeza;

D) a eficiência de lavagem do ar do sistema "Hydrospin" atinge eficiência de 99,864%, segundo o teste BAX-2 da FORD MOTOR. Com isso os serviços de manutenção e limpeza dos dutos de exaustão e ventiladores são bastante reduzidos. Nosso conhecimento prático, comprovado em instalações nos EUA, Europa e Brasil, demonstra que em cabines de pintura tipo "Hydrospin" a limpeza de dutos de exaustão e ventiladores pode ser feita a cada doze meses, desde que o equipamento seja operado corretamente e com uma manutenção preventiva regular;

E) devido ao alto nível de eliminação de partículas do sistema "Hydrospin" a manutenção de toda a planta de pintura (telhado, prédio, casas de ar) fica bastante reduzida;

F) estudos e levantamentos práticos indicam que uma cabine de pintura tipo "Hydrospin" com 120 m de compri-

## Palestra/Pintura

mento e 5,2 m de largura, economiza até 700 horas/homem por mês de manutenção e limpeza, quando comparada com qualquer outro tipo de cabine de pintura.

### D) Conceitos de Filtragem e Condicionamento de Ar

#### 1. Sistema de Filtragem de Ar

Devido à elevada produtividade alcançada pelos diversos setores da indústria automobilística brasileira, os processos de pintura, responsáveis por um item de grande importância na avaliação da qualidade do produto, representam ponto fundamental para a conclusão do processo produtivo.

Desta forma, todos os esforços são desenvolvidos tanto no sentido de melhorar a qualidade da chapa a ser consumida pelas indústrias, quanto nos tratamentos de superfície adequados a cada uma delas.

Assim sendo, um processo de aplicação de esmalte como estágio final do processo de pintura toma proporções de importância vital para atingir a exigência de qualidade solicitada pelo mercado consumidor.

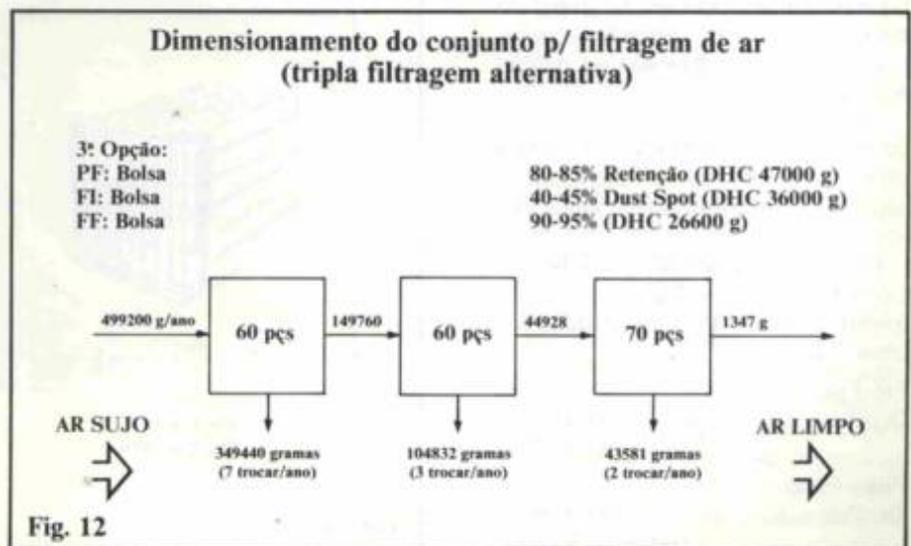
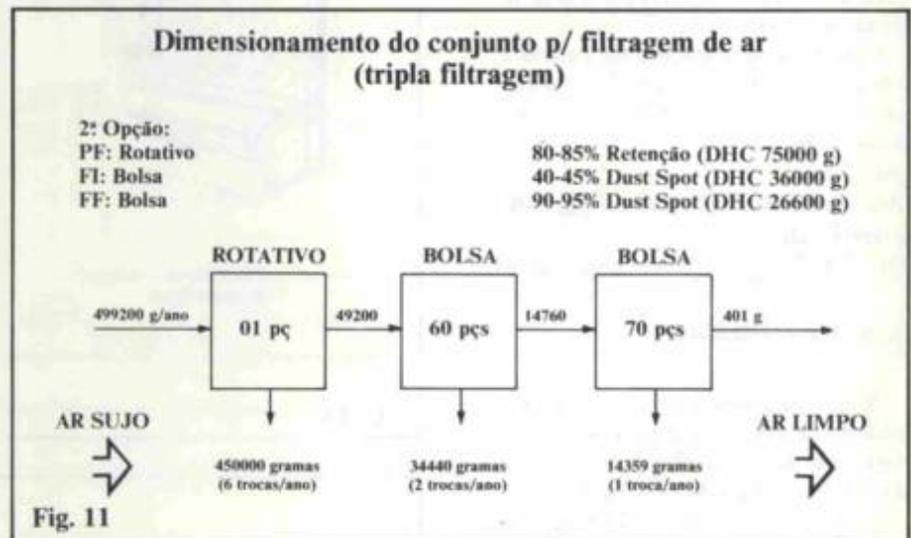
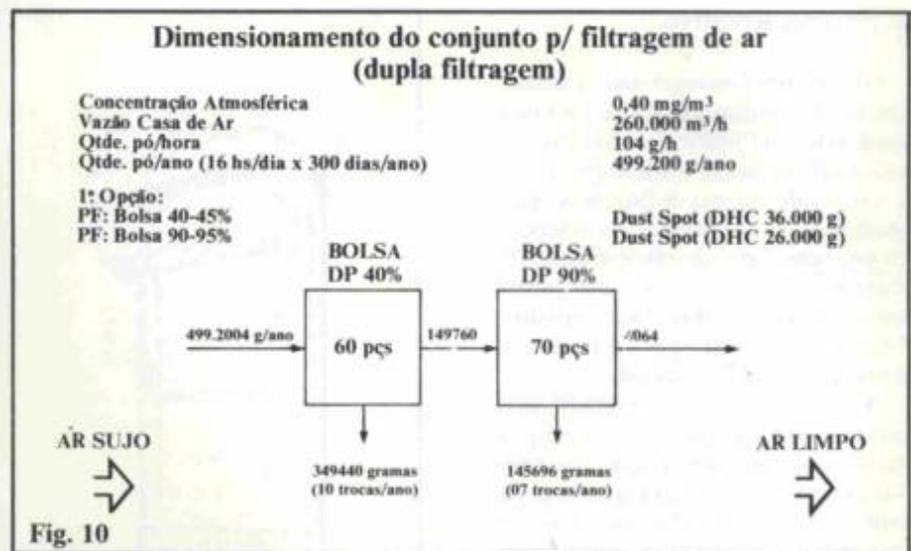
Considerando os grandes volumes de ar envolvidos nos processos de aplicação de esmalte, necessários para manter os níveis de velocidade determinados nas cabines de pintura, vamos verificar o montante de pó presente no ar devido à contaminação ambiental.

#### Condições de Amostra

|                          |                           |
|--------------------------|---------------------------|
| Vazão de ar .....        | 260.000 m <sup>3</sup> /h |
| Concentração de pó ..... | 0,40 g/m <sup>3</sup>     |
| Turno .....              | 16 h/dia                  |
| Período de análise ..... | 300 dias/ano              |
| Qtde. de pó/ano .....    | 500 kg                    |

Esta quantidade de pó é alarmante, uma vez que em instalações de porte as vazões chegam a 1.000.000 m<sup>3</sup>/h, o que resultaria em 2.000 kg de pó/ano presentes nas cabines de pintura, motivo pelo qual um adequado projeto de filtros de ar se torna imprescindível.

Nas Figuras 10, 11 e 12 apresentamos alguns conceitos de dimensionamento do conjunto de filtragem das casas de ar.



## 2. Sistema Rotativo

Os sistemas convencionais apresentam como pré-filtros os filtros rotativos modelo Roll-O-Matic e como filtros finais os filtros bolsa modelo Dri-Pak.

O referido sistema de filtragem apresenta elevada capacidade de retenção de pó, bem como de eficiência de filtragem, visto que o conjunto possui uma eficiência de 80-85%, segundo o "Atmospheric Dust Spot Test", baseado no padrão Ashrae 52-76.

A desvantagem apresentada pelo pré-filtro rotativo para o presente processo reside no fato de que, havendo várias casas de ar para uma mesma cabine de pintura, há dificuldade em se manter homogeneização no insuflamento de ar nas várias zonas de trabalho internas à cabine.

Conforme apresentado na Tabela 2, a penetração de partículas de diâmetro médio de 1 µm por contagem deste sistema, é de:

Pré-Filtro  
 Roll-O-Matic ... 44% (retenção 56%)  
 Filtro Final  
 Dri-Pak 80% ... 2,4 (retenção 97,6%)

## 3. Sistema Estático

A presente concepção utiliza dois estágios de filtragem estáticos, permitindo que não haja alterações cíclicas da perda de carga do pré-filtro.

Desta forma, com a utilização de dois estágios de filtragem Dri-Pak, consegue-se uma eficiência global do conjunto de 90-95% segundo "Atmospheric Spot Test" baseado no padrão Ashrae 52.76.

O sistema estático possui um custo de investimento menor que o sistema rotativo, porém operacionalmente é superior a este, tornando-se ainda viável.

Conforme apresentado na Tabela 2, a penetração das partículas de tamanho médio de 1 µm por contagem deste sistema é de:

Pré-Filtro  
 Dri-Pak ..... 60%.3,70  
 (retenção 96,3%)  
 Filtro Final  
 Dri-Pak ..... 90%.0,99%  
 (retenção 99,0%)

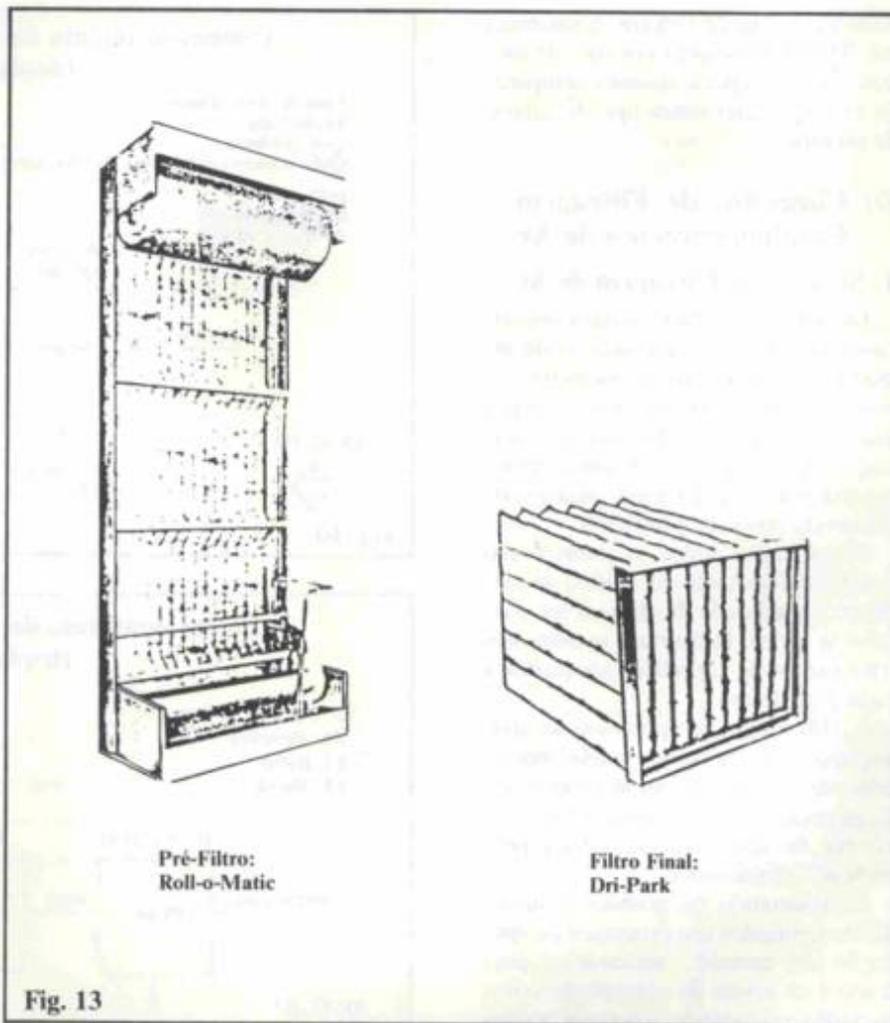


Fig. 13

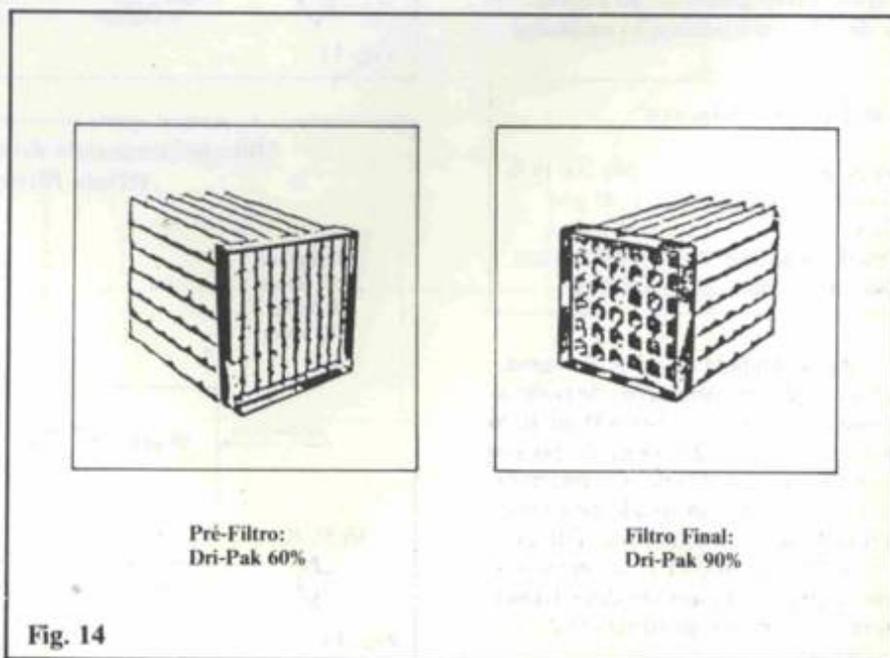


Fig. 14

Palestra/Pintura

4. Sistema de Umidificação

4.1 - Introdução

Os sistemas de umidificação utilizados nos processos de tratamento evaporativo, que se resume na troca de calor sensível no ar atmosférico pela vaporização da água, transformam-no em calor latente do ar, conservando assim a energia do processo.

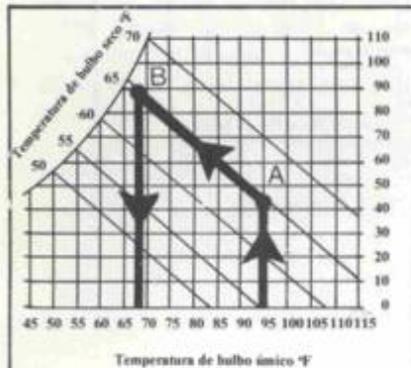


Fig. 15

4.2 - Sistemas Convencionais

Os sistemas convencionais de umidificação possuem o inconveniente de utilizarem-se de bicos de pulverização, que têm por objetivo criar o fracionamento da água para facilitar o contato com o ar a ser beneficiado no sistema.

Desta forma, a energia necessária para manter este sistema em operação é muito grande, exigindo a capacidade de bombas de consumo elevado.

Outro ponto crítico do selecionamento destes sistemas reside no fato de ocuparem grande espaço físico na casa de ar e, possuindo também um peso muito grande, onerarem desta forma os custos construtivos das mesmas.

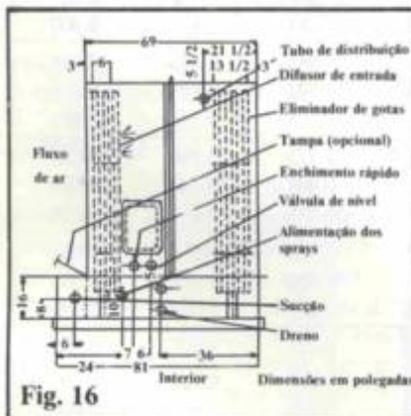


Fig. 16

4.3 - Sistema de Umidificação por Células

O sistema de umidificação por células tipo Amer-Kool II tem como vantagem o fato de não possuir bicos aspersores para o fracionamento d'água do sistema, mas células que formam um conjunto compacto que é permanentemente irrigado.

Desta forma, as células de umidificação possuem canais, pelos quais orientam a passagem do ar do processo que, simultaneamente, entra em contato com a água que cai por gravidade no sistema, conseguindo-se, desta forma, uma grande área de contato água/ar.



Fig. 17

As células do sistema são construídas com placas de celulose que sofrem tratamento especial, a fim de que possam suportar as condições de processo sem se danificarem.

O perfil aerodinâmico das células permite que haja a passagem do fluxo do ar, causando uma baixa perda de carga do sistema e, simultaneamente, consegue-se uma área de contato água/ar necessária para a efetivação do processo de umidificação.

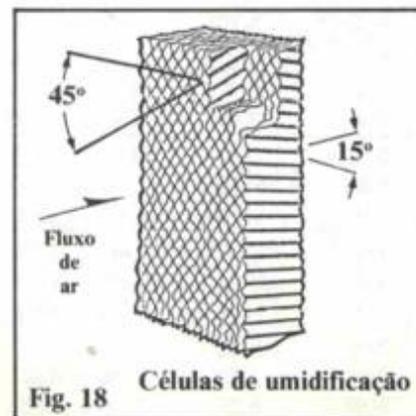


Fig. 18

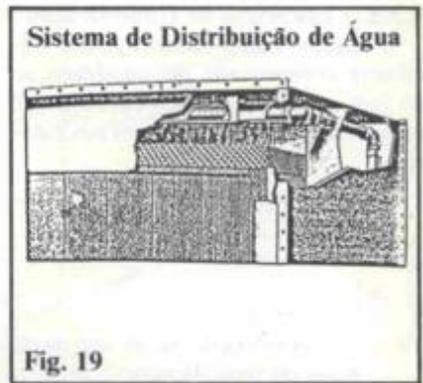


Fig. 19

Assim sendo, podemos destacar as seguintes vantagens do sistema de umidificação por células Amer-Kool II, com relação aos convencionais.

4.3.1. - Perda de Carga

O sistema apresenta baixa perda de carga do fluxo, da ordem de 14 mm H<sub>2</sub>O a uma velocidade de face de 3,17 m/s. Este fato é conseguido justamente pelo desenho aerodinâmico das células do sistema.

4.3.2. - Consumo de Energia

Devido ao fato de que a água presente no sistema não necessita ser fracionada por processo mecânico com utilização de bombas, o consumo de energia Amer-Kool é bem pequeno.

Em sistemas convencionais são necessárias bombas de 25 HP, porém para o sistema Amer-Kool II é necessária apenas uma bomba de recirculação de água de 2 HP.

4.3.3. - Espaço na Instalação

Graças ao desenho compacto das células de umidificação, o sistema Amer-Kool II necessita apenas de uma profundidade de 900 mm, enquanto os convencionais necessitam de até 2.500 mm devido principalmente à necessidade de separadores de gotas de alta eficiência.

4.3.4. - Manutenção

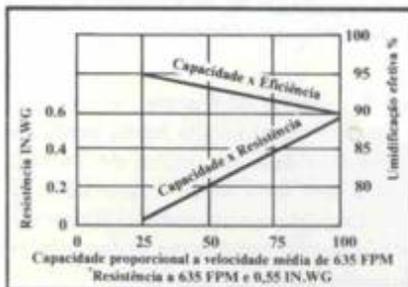
Ao contrário dos sistemas convencionais que apresentam entupimentos constantes, as células do sistema Amer-Kool II operam com o mecanismo de auto-limpeza, exigindo apenas um tratamento na água a ser utilizada para prevenir o crescimento de algas.

**4.3.5. - Eficiência de Umidificação**

O sistema Amer-Kool II possui eficiência comprovada de umidificação de 90%, constatada após execução de exaustivos testes práticos em laboratório.

$$E = \frac{Te - Ts}{Te - Ta}$$

- E = Eficiência
- Te = Temperatura de bulbo seco na entrada do umidificador
- Ts = Temperatura de bulbo seco na saída do umidificador
- Ta = Temperatura de bulbo úmido do ar



Cursos de desempenho  
Capacidade x Eficiência  
Capacidade x Resistência

**4.3.6. - Controle de Processo**

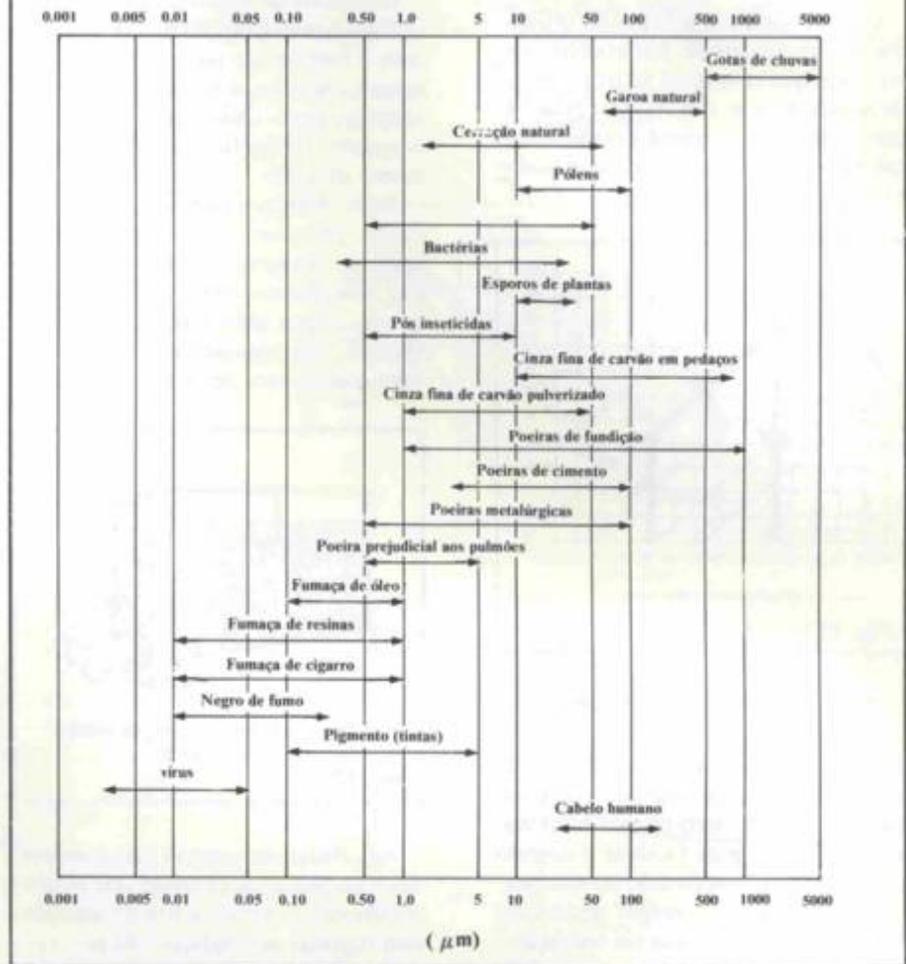
O sistema Amer-Kool II permite controle de umidade relativa do processo com um sistema de controle que atua em uma válvula de alimentação de água do sistema. Este controle pode ser executado de duas formas, com sensor de umidade relativa ou com sensor de temperatura de bulbo seco.

**E) Sistema de Separação e Tratamento de Borra de Tinta**

**1. Estrutura de Coagulação de Tinta "Hydrospin - Hidropac"**

O princípio de funcionamento das unidades "Hydropac" é a separação entre os sólidos e os líquidos pelo processo de floculação. Isso é obtido pela tendência natural que as partículas de tinta têm em se aglomerar ao passar pelo sistema de lavagem de gases de exaustão tipo "Dynatube" das cabines de pintura Hydrospin. O que ocorre quando as partículas de tinta se aglomeram é que no interior das mesmas fica retida parte do ar que está no sistema e isso proporciona a flutuação dos frag-

**Tabela 1 - Principais Contaminantes encontrados no ar atmosférico**



**Tabela 2 - Penetração de partículas através dos diversos filtros**

| Diâmetros das partículas (µm) | Filtros      |             |             |             |                          |                   |                       |
|-------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|-------------------|-----------------------|
|                               | Roll-O-Matic | Dri-Pak 60% | Dri-Pak 80% | Dri-Pak 90% | Eletro-Pak (90% Dri-Pak) | Bio-Cel (95% Dop) | Astrocel (99,97% Dop) |
| 0.01                          | 99.960       | 69.993      | 59.991      | 40.009      | 4.296                    | 0.120             | 0.000                 |
| 0.05                          | 99.708       | 74.368      | 67.527      | 59.181      | 19.844                   | 2.377             | 0.003                 |
| 0.10                          | 99.101       | 54.994      | 50.000      | 42.008      | 19.000                   | 2.997             | 0.009                 |
| 0.20                          | 96.721       | 31.579      | 26.028      | 19.255      | 9.842                    | 1.444             | 0.018                 |
| 0.30                          | 91.519       | 20.221      | 15.907      | 10.536      | 4.972                    | 0.693             | 0.019                 |
| 0.40                          | 84.044       | 13.883      | 10.690      | 6.413       | 2.613                    | 0.358             | 0.014                 |
| 0.50                          | 75.827       | 10.014      | 7.632       | 4.196       | 1.525                    | 0.210             | 0.010                 |
| 0.60                          | 67.992       | 7.495       | 5.696       | 2.897       | 0.999                    | 0.140             | 0.007                 |
| 0.80                          | 54.520       | 4.947       | 3.520       | 1.597       | 0.531                    | 0.077             | 0.003                 |
| 1.00                          | 44.007       | 3.697       | 2.397       | 0.999       | 0.330                    | 0.050             | 0.002                 |
| 1.40                          | 30.565       | 2.315       | 1.328       | 0.484       | 0.160                    | 0.027             | 0.001                 |
| 3.00                          | 14.648       | 0.764       | 0.378       | 0.096       | 0.037                    | 0.008             | 0.000                 |
| 5.00                          | 9.982        | 0.374       | 0.175       | 0.038       | 0.017                    | 0.003             | 0.000                 |
| 7.50                          | 7.507        | 0.236       | 0.087       | 0.024       | 0.009                    | 0.002             | 0.000                 |
| 10.00                         | 6.296        | 0.180       | 0.050       | 0.018       | 0.006                    | 0.001             | 0.000                 |

## Palestra/Pintura

mentos de tinta (borra). Na Figura 20 apresentamos o esquema de funcionamento do sistema.

Esses fragmentos de tinta tendem a subir, acumulando-se na parte superior do 1.º estágio da unidade "Hydropac", formando o que chamamos comumente de "torta de borra". Com isso, através de um sistema automático de transbordo a "torta de borra" é transferida para o 2.º estágio da unidade "Hydropac". Uma bolsa ou saco filtro então recebe toda a borra retida, e a água retorna ao sistema de recirculação das cabines de pintura.

Diversas instalações executadas pela HADEN DRYSYS INTERNATIONAL nas indústrias automobilísticas, em diversos países, podem comprovar que a eficiência de separação dos sólidos no sistema "Hydropac" pode atingir 95%, quando o mesmo é operado corretamente e com dosagem adequada dos produtos químicos que aceleram o processo de coagulação de borra.

- C) Sem consumo de energia, por não possuir motores elétricos, o funcionamento se processa através de força gravimétrica.
- D) Redução no consumo de produtos químicos para acelerar a coagulação da tinta, em função do menor volume de água necessário para operação do sistema. O volume de água é aproximadamente 60% menor que em sistema convencional.
- E) Redução no consumo de água do sistema, devido à redução do volume em processo.
- F) Redução do nível de poluição ambiental, devido à alta eficiência do sistema.

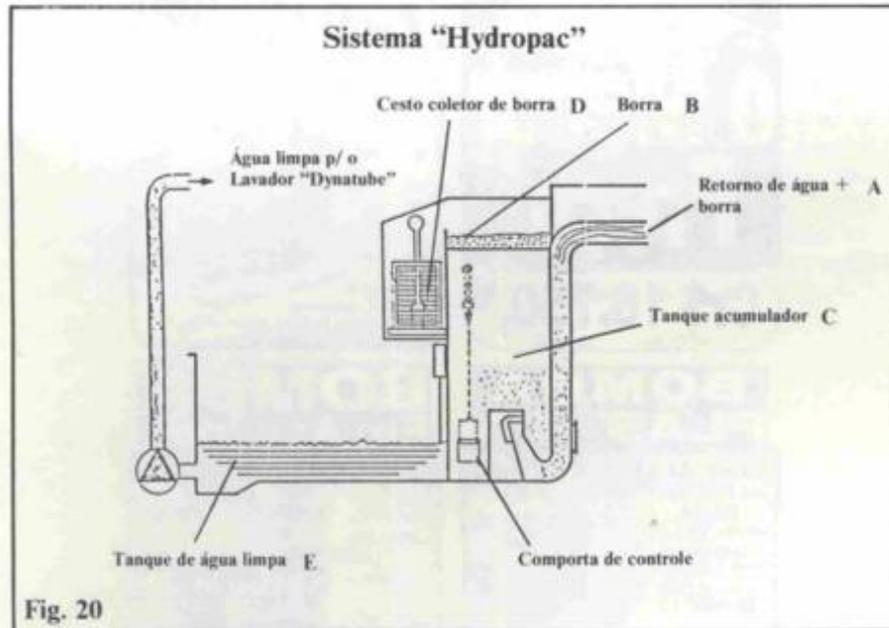
### 3. Economia Operacional do Sistema "Hydropac"

Pesquisas junto às empresas que operam com o sistema "Hydropac" nas unidades de coagulação e coleta de borras, feitas pela HADEN DRYSYS

onde 25 unidades Hydropac processam a separação de borra de uma linha de pintura com um total de 535 metros de cabines de pintura Hydropac;

- FORD/Dagenham/Reino Unido;
- J.C.BAMFOR EXCAVATOR/Rochester;
- LAND ROVER LTDA/Solihull Plant;
- HONDA OF AMERICA/Marysville/Ohio/EUA;
- VOLKSWAGEN DO BRASIL S.A./S.B. do Campo-SP, onde duas unidades Hydropac fazem a separação de borra da cabine de pintura de peças KD e CKD, com 24m de comprimento, sendo esse equipamento parte integrante da linha completa de pintura composta de Pré-Tratamento/"Blow-off" aquecido/Cabines de Pintura Hydropac/Estufas de Cura tipo 3: geração com pré-cura por irradiação.
- GENERAL MOTORS DO BRASIL/planta de S.C. do Sul, onde nove unidades Hydropac, modelo 1600, fazem a separação de borra de quatro cabines de pintura, com capacidade de produção para quarenta veículos por hora da linha Monza e Opala.

Na Figura 21 apresentamos o esquema básico de funcionamento do sistema Hydropac e Hydropac.



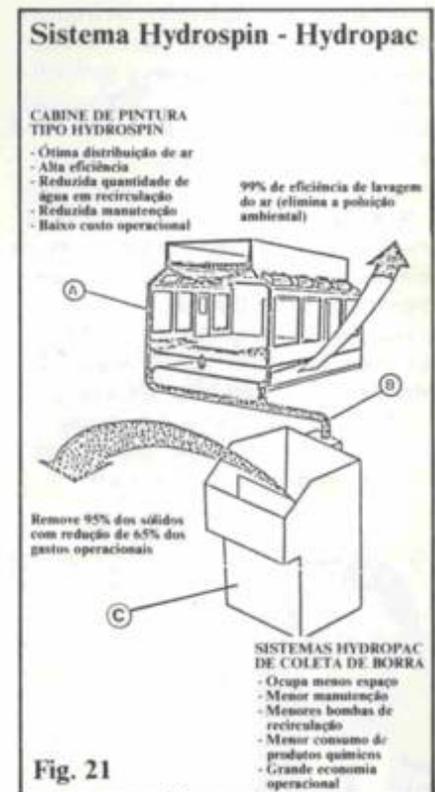
### 2. Vantagens do Sistema "Hydropac"

- A) O sistema "Hydropac" exige menor área para ser instalado, chegando a até 75% a menos que os sistemas convencionais.
- B) Praticamente não necessita de manutenção, por se tratar de equipamento estático, sem peças móveis.

INTERNATIONAL, revelaram que esse sistema pode ser operacionalmente 65% mais econômico que um sistema convencional.

Entre as empresas que possuem unidades "Hydropac" no sistema de coagulação e coleta de borra das cabines de pintura, podemos salientar as seguintes:

- OPEL/Russelsheim/West Germany -



**Bibliografia**

1. ASHRAE: *Equipment Handbook*
2. ASHRAE: *Air Filter Testing* 52-76
3. Remi Benedito Silva: *Manual de Refrigeração e Ar Condicionado*
4. HADEN DRYSYS: *Data Book*
5. HADEN SCHWEITZER: "Hydrospin and Hydropac Standards"
6. Graco Industrial Products.
7. HADEN DRYSYS: *Hydrospin Performance*.
8. ENZO-ZOLCSAK: *Normas de Construção/Instalação de Equipamentos*.

**Os autores**



Jesualdo Mendes Bailão Júnior é graduado em Mecânica - Proc. Produção pela UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", SP. Cursos de Aperfeiçoamento: Termodinâmica Aplicada, Refrigeração e Ar Condicionado, Torres de Resfriamento, Combustão e Combustíveis, Instalações a Vapor, Elaboração de Projetos de Financiamento em Tecnologia na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Acústica pela Cetesb/SP; Tubulações Industriais e Vasos de Pressão pelo Instituto de Tecnologia Mauá; Refrigeração e Ar Condicionado pelo Ibet/SP; Linguagem Basic para Computadores pela Faculdade da Fundação Santo André/SP. Membro do Conselho Diretor da ABTS e do Instituto of Environmental Sciences. Participou de vários congressos, simpósios e seminários.



Cláudio Rubens Pineda é formado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia Industrial/SBC - modalidade Ar Condicionado (1979) e Produção (1981). Atuou como Coordenador do Departamento Comercial da Veco do Brasil Ltda. junto ao mercado industrial brasileiro (1979/1981). Como Gerente do Departamento de Filtros de Ar da American Air Filter, sendo responsável pela comercialização, nacionalização e desenvolvimento de produtos para os mais diversos setores industriais brasileiros (1981/1988). Treinamentos em 1984 nos Estados Unidos e 1985 no Reino

Unido abrangendo tecnologia de produtos bem como suas aplicações industriais e em equipamentos de produção e exploração de petróleo. Participou como conferencista em palestras especificamente criadas para empresas como Petrobrás, General Motors, bem como eventos setoriais tais como: 2º Encontro de Produtores de Oxigênio na Cosipa em 87; Ebrats'83; Ebrats'85, etc. Desde 1988, atua como sócio-gerente da Offshore Consultoria & Marketing, onde vem desenvolvendo trabalhos de consultoria junto ao mercado industrial brasileiro.

**Temos o Menor Preço!**

**Cr\$ 16.750,**

P/ MOD. 500 38-05-90

**BOMBA Peristaltica**

Para líquidos, Gases e Pós  
O fluido passa pela bomba sem ter contato com a mesma.

| MOD. | VAZÃO ATE | Pressão máxima: |
|------|-----------|-----------------|
| 250  | 25 l/h    | 1,4 bar         |
| 500  | 157 l/h   |                 |
| 610  | 756 l/h   |                 |
| 750  | 2.154 l/h |                 |
| 880  | 4.788 l/h |                 |

Margueiras de Tygon (PVC transparente, Borracha natural, Neoprene, Silicone e Vitrol)

**BOMBA PLÁSTICA**

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

PARA

- PISCINAS
- MÁQUINAS DE LAVAR
- SOLUÇÕES QUÍMICAS

**DESCONTO PARA REVENDEDOR**

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

**BOMBA Em Aço Inox**

COM ROTOR ABERTO

- Com Selo Mecânico
- Conexões CLAMP
- Com Motor de 2 CV, 3500 RPM, 220/380 e 440 Volts, IP(W) 55

SUCCÃO 2" • DESCARGA 1 1/2"

**NOVADE!**

**Ótimos Preços!**

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

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

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

## Parte III

### 5.2 Resultados dos ensaios de corrosão atmosférica dos materiais metálicos com revestimento.

Os revestimentos inorgânicos, metálicos e de conversão, foram ensaiados aplicados sobre chapas de dimensões de 10 cm x 15 cm. Ensaio também foram conduzidos com alguns revestimentos aplicados em parafusos. Os resultados obtidos serão apresentados e analisados separadamente para as chapas e parafusos. Considerações teóricas serão feitas para melhor entendimento dos resultados obtidos.

#### 5.2.1 Revestimentos metálicos, alumínio, zinco e cádmio

Os revestimentos metálicos ensaiados foram: alumínio, zinco e cádmio, por serem estes metais largamente utilizados para proteção contra a corrosão atmosférica do aço. Estes revestimentos são considerados revestimentos de sacrifício em relação ao aço, pois têm a propriedade de oferecer proteção catódica nas discontinuidades, preservando a integridade do aço. A extensão desta proteção é função da natureza do metal e das condições climáticas e de poluição. Para o caso do zinco, por exemplo, discontinuidades de dimensões de até 3 mm podem ser protegidas, desde que se tenha espessura de filme de eletrólito suficiente (24).

Dos três revestimentos acima, o alumínio é considerado o mais eficaz. A Figura 9 (25) apresenta a vida útil do alumínio, do zinco e do cádmio, em função da quantidade de metal de revestimento por unidade de área, num ambiente industrial. Pode-se verificar a sensível superioridade do alumínio em relação ao zinco e ao cádmio.

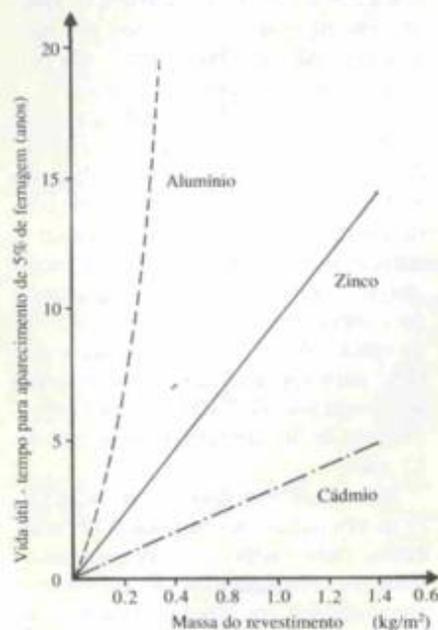


Figura 9 - Gráficos comparativos da vida útil dos revestimentos de zinco e cádmio.

A superioridade do alumínio é devida ao fato do próprio alumínio apresentar uma excelente resistência à corrosão atmosférica, como já verificado no item 5.1.5. Quando se expõe o aço re-

vestido com alumínio à atmosfera, na ausência de discontinuidades do revestimento, a deterioração é desprezível, com taxas de corrosão iguais às do próprio alumínio. Se, no entanto, existir uma falha, forma-se um par galvânico alumínio/ferro. No início da exposição, o ferro é o metal menos nobre deste par, pois o alumínio está passivo, e é o ferro que vai corroer, formando íons ferrosos ( $Fe^{++}$ ) que, em contato com o ar, passam a íons férricos ( $Fe^{+++}$ ). Como as discontinuidades dos revestimentos, em geral, são de pequenas dimensões, tais íons ficam aprisionados, ocorrendo concentrações de íons férricos nestes locais. Tais íons por sua vez são capazes de causar quebra da película passiva do alumínio. Assim, nestas discontinuidades, após algum tempo o alumínio fica ativo, invertendo a polaridade do par, ou seja, o alumínio começa a corroer preferencialmente. Os produtos de corrosão do alumínio, sendo volumosos e pouco solúveis, acabam selando as discontinuidades, passando novamente o material a se comportar como o metal alumínio. Assim, peças de aço aluminizadas no início da exposição apresentam manchamento marrom, que vai clareando devido à coloração branca dos produtos de corrosão do alumínio. Após a estabilização do sistema, ou seja selagem dos poros, o aspecto do material pouco se modifica, a não ser por incorporação de material particulado, podendo escurecer.

As restrições da utilização do alumínio são os processos de aplicação. No Brasil, para fins de proteção contra corrosão só se tem disponível a aspersão térmica.

Com esse processo obtêm-se revestimentos relativamente espessos, geralmente de 100  $\mu\text{m}$  a 250  $\mu\text{m}$  (25), mas de alta porosidade, que no caso particular do alumínio apresentam a desvantagem estética do manchamento inicial, que porém, em termos de proteção contra a corrosão do metal base, pouco interfere devido à selagem natural dos poros. Para evitar o manchamento inicial pode-se utilizar selantes orgânicos adequados.

Outra restrição do processo de aspersão térmica é a dimensão e geometria das peças a serem revestidas. Peças muito pequenas e de geometria complexa, tais como telas e cavidades, não são adequadamente revestidas com este processo. No entanto este processo é vantajoso para peças grandes, podendo ser aplicado em campo.

Assim, apesar da alta superioridade do alumínio, nem sempre ele pode ser utilizado, restando a escolha entre o zinco e o cádmio.

Por ser o cádmio um metal muito tóxico, sempre que possível deve-se optar pelo zinco. Em termos de resistência à corrosão atmosférica, o cádmio só apresenta desempenho superior ao zinco em atmosferas muito úmidas e marinhas, sendo o zinco mais resistente nos demais tipos de atmosfera (25). A superioridade do cádmio em atmosferas marinhas, no entanto, não deve ser fator de escolha do cádmio, pois em termos econômicos não é compensador. Isto porque, enquanto o custo do cádmio é cerca de dez vezes o do zinco, a sua durabilidade é apenas o dobro da do zinco. Assim, economicamente falando, é mais vantajosa a utilização do zinco com espessura dupla, para se ter desempenhos equivalentes.

Outra restrição do cádmio, em termos de proteção contra corrosão, é o processo de aplicação. O revestimento deste metal, na prática, só é obtido por eletrodeposição, que é um processo preferido para obtenção de espessuras relativamente finas (até 40  $\mu\text{m}$  para zinco e até 25  $\mu\text{m}$  para o cádmio). Assim, quando se deseja proteção para tempos muito longos, necessitando es-

passuras muito elevadas, a escolha do cádmio torna-se impraticável.

A opção pelo cádmio somente é feita por motivo de algum fator diferente da resistência à corrosão. Entre estes fatores, e de interesse para o presente estudo, pode-se citar a lubrificidade. Os produtos de corrosão do cádmio têm caráter lubrificante, enquanto os do zinco são emperrantes. Assim, parafusos de cádmio expostos à atmosfera são facilmente desenroscados, em contraposição aos dos zincados, que muitas vezes ficam emperrados permanentemente.

Dentre os revestimentos citados, o zinco tem a maior aplicabilidade. Na prática, para fins de proteção contra a corrosão, os revestimentos de zinco podem ser obtidos por eletrodeposição, por imersão a quente e por aspersão térmica. A escolha de cada um destes processos é feita levando-se em consideração, entre outros fatores, a espessura do revestimento desejada, geometria e tamanho da peça e aspecto decorativo. Em termos de espessura de revestimento a eletrodeposição é adequada para espessura de até 40  $\mu\text{m}$ , a imersão a quente para a faixa 75  $\mu\text{m}$  - 125  $\mu\text{m}$  e a aspersão térmica para 100  $\mu\text{m}$  a 250  $\mu\text{m}$  (25). É claro que os valores das espessuras acima não são rígidos, podendo ser obtidas para cada processo espessuras menores ou maiores.

O desempenho dos revestimentos de zinco é função da espessura e uniformidade da camada e da corrosividade do ambiente de exposição. A taxa de corrosão dos revestimentos de zinco é comparável à do metal puro, de modo que se pode prever a vida útil através do conhecimento da taxa de corrosão do metal no ambiente em questão. Assim, para um ambiente onde o zinco apresenta taxa de 2  $\mu\text{m}/\text{ano}$ , um revestimento de 50  $\mu\text{m}$  terá durabilidade de 25 anos.

Revestimentos complementares para os três metais acima podem ser utilizados para melhorar o desempenho. Para os revestimentos de alumínio e zinco obtidos por aspersão térmica, como já citado, podem ser utilizados selantes orgânicos. Para o cádmio e o zinco eletrodepositados e para o zinco obtido por imersão a quente utiliza-se a cromatização. Este tratamento tem por finalidade retardar a corrosão branca do zinco e a amarela do cádmio, garan-

tindo a integridade em termos de aspecto decorativo durante armazenamento e transporte.

A avaliação do desempenho de revestimentos de sacrifício nos ensaios de corrosão atmosférica é normalmente feita através do levantamento de curvas de área corroída do metal base em função do tempo de exposição, considerando como vida útil do revestimento o tempo correspondente à ocorrência da corrosão de 50% da área exposta (24). Estes ensaios geralmente são de longa duração (em geral 20 anos).

No presente estudo, a avaliação dos revestimentos ensaiados foi feita através do exame visual, porque para o tempo de ensaio disponível (3 anos) o critério acima mencionado não era aplicável. O objetivo do presente ensaio foi, portanto, de caráter qualitativo e não quantitativo.

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos separadamente para cada metal ensaiado.

### 5.2.1.1. Revestimento de alumínio

Os corpos-de-prova de aço aluminizados foram obtidos aplicando-se o alumínio, por aspersão térmica, sobre chapas previamente cortadas nas dimensões de ensaio. Foram ensaiados os revestimentos sem selante e com utilização de selante de epóxi betuminoso. A espessura dos revestimentos foi:

alumínio - da ordem de 200  $\mu\text{m}$ ;

alumínio + selante - da ordem de 400  $\mu\text{m}$

As descrições detalhadas do aspecto dos corpos-de-prova durante as inspeções foram apresentadas nos relatórios parciais, juntamente com ampla documentação fotográfica. No presente relatório serão apresentados apenas os aspectos relevantes das observações feitas.

Os corpos-de-prova selados com revestimento epóxi betuminoso não apresentaram qualquer alteração que sugerisse danificação do metal base ou do revestimento de alumínio. Em todas as estações observou-se tão somente descoloramento do revestimento epóxi, devido ao fenômeno e calcinação. A descoloração observada nas demais estações é muito semelhante, com

## Corrosão

exceção de Capuava onde, devido à grande deposição de material particulado, os corpos-de-prova ficaram com coloração marrom escura.

Os corpos-de-prova de aço aluminizado por aspersão térmica sem selante apresentaram alterações durante a exposição no que diz respeito à cor e ao aparecimento de manchas vermelhas indicativas da corrosão do metal base. Na Tabela 13 é descrito sucintamente o comportamento deste tipo de revestimento nas diferentes estações.

Pode-se verificar, analisando a Ta-

bela 13 que, de uma maneira geral, os corpos-de-prova apresentaram comportamento semelhante nas diferentes estações, apresentando corrosão do metal base incipiente e escurecimento generalizado. A diferença relativa está no tempo da ocorrência da corrosão do metal base, na extensão e forma das áreas onde ocorreram este ataque e na intensidade do escurecimento generalizado. Não se notou, no entanto, nenhuma correlação entre a intensidade das alterações com a agressividade das estações. Muito provavelmente, a ocor-

rência da corrosão do metal base está muito mais correlacionada com a porosidade diferenciada do revestimento do que propriamente com a agressividade do ambiente. O escurecimento generalizado deve estar relacionado com o crescimento da camada de óxido sobre as partículas de alumínio e com a impregnação de material particulado como, por exemplo, fuligem, favorecida pela porosidade, que constitui locais propícios para a ancoragem deste tipo de material.

**Tabela 13 – Descrição do comportamento do aço aluminizado por aspersão térmica sem selante.**

| Estação              | Descrição   |
|----------------------|---|
| Sant'Ana do Parnaíba | Já na 1.ª inspeção, em jan/86, foi verificado escurecimento do revestimento e aparecimento de manchas vermelhas localizadas preferencialmente junto às bordas, indicando corrosão do metal base. Com o decorrer do tempo o escurecimento generalizado foi se acentuando. As regiões com manchas vermelhas foram escurecendo, no entanto, muito mais acentuadamente do que as demais regiões.  |
| Sorocaba             | Os corpos-de-prova expostos nesta estação apresentaram também escurecimento generalizado e aparecimento de manchas vermelhas junto às bordas, já na 1.ª inspeção. A intensidade do escurecimento e a área das manchas vermelhas eram menores do que na Estação Sant'Ana do Parnaíba. Com o decorrer do tempo notou-se ligeira intensificação do escurecimento generalizado e diminuição da intensidade da coloração das manchas vermelhas.  |
| ETT Piratininga      | O comportamento dos corpos-de-prova foi muito semelhante ao dos expostos em Sant'Ana do Parnaíba. A diferença consiste na localização das manchas vermelhas que, neste caso, ocorreram também no centro dos corpos-de-prova.  |
| ETT Paula Souza      | Nesta estação, os corpos-de-prova apresentaram tão somente escurecimento generalizado até a 4.ª inspeção (out/87). Nesta inspeção foi notada a ocorrência de manchas localizadas com coloração mais escura do que o restante da superfície dos corpos-de-prova. A distribuição destas manchas era aleatória e o aspecto delas era semelhante às manchas vermelhas escurecidas notadas nas demais estações, indicando que muito provavelmente nestes locais também ocorreram ataques ao metal base.            |
| São José dos Campos  | Nesta estação, o comportamento dos corpos-de-prova foi muito semelhante ao dos corpos-de-prova expostos na ETT Paula Souza, com ocorrência de apenas uma mancha escura junto às bordas de um dos corpos-de-prova.   |
| Guarulhos            | Nesta estação, os corpos-de-prova tiveram comportamento semelhante ao dos corpos-de-prova das Estações Sant'Ana do Parnaíba e ETT Piratininga. No entanto, nesta estação o aparecimento das manchas vermelhas ocorreu na 2.ª inspeção e em quantidades menores.   |
| ETT Baixada Santista | Nesta estação, foi notado apenas escurecimento generalizado na 1.ª inspeção. Na 2.ª inspeção (jul/86) surgiu uma pequena mancha vermelha, e na 3.ª inspeção surgiram inúmeros pontos escuros distribuídos por toda a superfície ensaiada. Tais pontos escuros muito provavelmente eram locais de ocorrência de corrosão do metal base. Na última inspeção notou-se um escurecimento generalizado muito acentuado, não permitindo a visualização da mancha vermelha e dos pontos pretos anteriormente notados. |
| Praia Grande         | Nesta estação, o comportamento do revestimento foi muito semelhante ao do ocorrido nas Estações Sant'Ana do Parnaíba e ETT Piratininga.   |
| Capuava              | Na 1.ª inspeção, foi notado escurecimento generalizado e aparecimento de manchas vermelhas. No decorrer do ensaio, devido à ocorrência de deposição de uma grande quantidade de material particulado, a avaliação foi prejudicada. Na última inspeção, os corpos-de-prova apresentavam uma coloração marrom escura conseqüente da deposição ocorrida. Exames em laboratórios, no entanto, evidenciaram que nem o revestimento nem o metal haviam sofrido deterioração.  |
| Alto da Serra        | Nesta estação, o comportamento do revestimento foi muito semelhante ao do ocorrido nas Estações Sant'Ana do Parnaíba e Piratininga.   |

Apenas com o objetivo de confirmar a ocorrência de corrosão do metal base e verificar a profundidade de ataque, foram realizados exames metalográficos nas regiões com manchas vermelhas e escuras nos corpos-de-prova expostos nas Estações Sant'Ana do Parnaíba e Paula Souza. Estes exames confirmaram a existência de descontinuidades do revestimento existentes tanto nas manchas vermelhas como nas escuras, confirmando as hipóteses feitas anteriormente. Com efeito, os resultados acima apresentados confirmaram as considerações feitas na literatura, descritas no início deste item, quais sejam: os revestimentos de alumínio apresentam excelente desempenho no que diz respeito à proteção contra a corrosão do aço, apresentando o inconveniente de manchamento avermelhado devido à corrosão do metal base nas descontinuidades do revestimento. Este fato, no entanto, pouco interfere na durabilidade, pois com o decorrer do tempo as descontinuidades são seladas. Para contornar este problema a selagem dos poros é adequada.

### 5.2.2.2 Revestimento de cádmio

Os corpos-de-prova de aço cadmiado foram obtidos aplicando-se o cádmio por eletrodeposição sobre chapas de aço previamente cortadas nas dimensões de ensaio. A espessura média do revestimento de cádmio era da ordem de 28  $\mu\text{m}$ . Tratamento suplementar de cromatização do tipo amarelo iridescente foi aplicado, pois, na prática, revestimentos de cádmio são geralmente utilizados cromatizados.

Após os 3 anos de ensaio, não foi notada em nenhum corpo-de-prova ocorrência de corrosão nem do cádmio nem do metal base. Em todas as estações foram notadas, tão somente, alterações da camada cromatizada em graus diferenciados. Minúsculos pontos brancos, somente perceptíveis com iluminação natural, foram notados em praticamente todos os corpos-de-prova, não se podendo apresentar descrição comparativa devido à quantidade muito pequena dos mesmos.

Nas Estações Sorocaba e São José dos Campos, o aspecto da camada cromatizada praticamente não apresentou alterações.

Escurecimento moderado da cromatização foi observado nas Estações Sant'Ana do Parnaíba, Paula Souza e Guarulhos.

Nas Estações Piratininga, Baixada Santista, Praia Grande e Alto da Serra notou-se escurecimento bastante acentuado, com presença de inúmeros pontos escuros espalhados por toda a superfície ensaiada.

Na Estação Capuava não foi possível a realização da avaliação devido à deposição de uma quantidade muito grande de material particulado. No entanto, exames em laboratório evidenciaram a não ocorrência de ataque nem do cádmio nem do metal base.

Pelo exposto, pode-se verificar que não foi possível avaliar o desempenho do revestimento de cádmio frente aos diferentes tipos de atmosferas de ensaio. Isto foi devido à alta qualidade da camada cromatizada aplicada e também ao curto período de ensaio. Muito provavelmente, períodos de ensaio muito mais longos seriam necessários para a remoção completa do revestimento suplementar, permitindo a exposição do cádmio e conseqüente observação de seu comportamento frente às atmosferas de ensaio. A condução de ensaios sem a aplicação da cromatização seria muito conveniente, pois o desempenho do cádmio seria avaliado em tempos de ensaio menores, talvez comparáveis com o tempo de ensaio de 3 anos do presente estudo.

### 5.2.2.3 Revestimento de zinco

Os corpos-de-prova revestidos com zinco foram obtidos por um dos seguintes processos de aplicação:

- aspersão térmica;
- eletrodeposição;
- imersão a quente.

O zinco aplicado por aspersão térmica foi ensaiado selado com tinta epóxi-betuminosa, o eletrodepositado foi ensaiado com tratamento suplementar de cromatização do tipo amarelo iridescente, enquanto que o revestimento obtido pelo processo de imersão a quente recebeu cromatização incolor, que é menos resistente que a amarela iridescente.

A espessura média da camada de zinco aplicada por cada um desses processos variou, sendo da ordem de 350

$\mu\text{m}$  (zinco + selante) para a aspersão térmica, da ordem de 25  $\mu$  para a eletrodepositada e da ordem de 100  $\mu\text{m}$  para a obtida por imersão a quente.

Os corpos-de-prova com revestimento aplicado por aspersão térmica e selados com tinta epóxi-betuminosa apresentaram comportamento semelhante aos de aço aluminizados e selados, isto é, não apresentaram nenhuma alteração que sugerisse danificação do metal base ou do revestimento de zinco. Em todas as estações observou-se, tão somente, descoloramento devido à calcinação do revestimento epóxi. Na Estação Capuava, os corpos-de-prova apresentaram coloração marrom escuro, devido à intensa deposição de material particulado, sem apresentarem sinais de ataque nem do revestimento nem do metal base.

Os corpos-de-prova revestidos por imersão a quente, durante o período de ensaio não apresentaram sinais de corrosão do metal base. Em todos eles observou-se escurecimento do revestimento. Nas Estações Sorocaba e Sant'Ana do Parnaíba o escurecimento era muito leve, notando-se ainda o "floreamento" original da camada de zinco. Escurecimento moderado foi observado nos corpos-de-prova expostos nas Estações São José dos Campos, Baixada Santista, Praia Grande e Alto da Serra. Nos corpos-de-prova expostos nas Estações Piratininga, Paula Souza e Guarulhos o escurecimento era mais acentuado.

Nas Estações São José dos Campos, Baixada Santista, Praia Grande e Alto da Serra, foi notado o aparecimento de pontos de corrosão branca durante a 2.ª inspeção. Na Estação Sorocaba notaram-se pontos brancos na 3.ª inspeção. Durante o decorrer da exposição, os pontos foram se alargando. A quantidade e o tamanho destes pontos eram menores nas Estações Sorocaba e São José dos Campos e maiores nas da Baixada Santista, Praia Grande e Alto da Serra.

Na Estação Capuava, para este revestimento também ocorreu deposição de material particulado.

No caso dos corpos-de-prova de aço revestidos com zinco por eletrodeposição, observaram-se alterações da camada cromatizada muito semelhantes às alterações verificadas no revestimento

## Corrosão

de cádmio cromatizado. Neste caso, no entanto, foi notada ocorrência de corrosão branca em algumas Estações.

Nas Estações Sant'Ana do Parnaíba, Sorocaba e Paula Souza praticamente não se verificaram alterações do aspecto da camada cromatizada, tendo sido notado perda de brilho e pontos escuros em alguns corpos-de-prova. Escurecimento moderado foi observado nas Estações Guarulhos, Baixada Santista e Alto da Serra.

Na Estação Piratininga o escurecimento foi muito acentuado, enquanto na Estação Capuava, à semelhança dos demais revestimentos, notou-se coloração marrom-escuro devido à deposição de material particulado que dificultou a avaliação.

Com exceção das Estações Piratininga e Paula Souza, sinais de corrosão do zinco com aparecimento de pontos brancos foram notados. Este tipo de ataque, aparentemente, foi independente das alterações visuais da camada cromatizada. O tempo de aparecimento, bem como o número e tamanho dos pontos brancos, foram variados. O resumo das observações feitas está apresentado abaixo:

1. **Sant'Ana do Parnaíba:** poucos pontos brancos e muitos pequenos, constatados somente na 5.ª inspeção;
2. **Sorocaba:** poucos pontos brancos e muito pequenos, constatados na 3.ª inspeção;
3. **São José dos Campos:** muitos pontos brancos pequenos, constatados na 4.ª inspeção;
4. **Guarulhos:** poucos pontos brancos e muito pequenos, constatados na 5.ª inspeção;
5. **Baixada Santista:** pontos brancos maiores do que os anteriormente citados, constatados na 4.ª inspeção;
6. **Praia Grande:** grande quantidade de pontos brancos maiores do que aqueles observados na Estação Baixada Santista, constatados na 4.ª inspeção;
7. **Alto da Serra:** pontos semelhantes em número e tamanho, mas não na distribuição, aos da Estação Baixada Santista constatados na 5.ª inspeção.

Observando os resultados acima descritos, fica evidente o baixo desempenho da cromatização em ambiente marinho, seguido de locais com ambientes muito úmidos (Alto da Serra). A ação da poluição industrial não fica

muito evidenciada uma vez que em Piratininga, ambiente altamente contaminado com  $SO_2$ , não se notou corrosão do zinco, no período de tempo ensaiado.

À semelhança das observações feitas nos demais revestimentos, os ensaios com os revestimentos de zinco não forneceram dados comparativos de desempenho, face ao curto período de ensaio e espessuras altas de revestimento. Não obstante isto, como já citado, o desempenho deste revestimento pode ser previsto se for conhecida a taxa de corrosão do zinco na atmosfera em questão. Assim, os dados da taxa de corrosão do zinco nas diferentes Estações, obtidas no item 5.1.3, podem ser utilizados para prever a vida útil das camadas de zinco. Ressalva deve ser feita quanto à qualidade do revestimento no que diz respeito à aderência e uniformidade da camada. Revestimentos não aderentes podem sofrer destacamento, enquanto revestimentos pouco uniformes podem apresentar corrosão prematura do metal base nas regiões de baixa espessura. Tendo isto em mente, a Tabela 14 pode ser utilizada como guia para previsão da vida útil de revestimento de zinco nas diferentes Estações. Esta tabela foi construída tomando como exemplo um revestimento uniforme de 50  $\mu m$  de zinco.

em estudo e a revestimentos uniformes e não cromatizados. As taxas de corrosão apresentadas na Tabela 9, item 5.1.3, que englobam valores mínimos e máximos encontrados nos diferentes tipos de atmosferas em países estrangeiros, podem ser utilizadas, pois como já citado neste estudo, os resultados aqui obtidos estão de acordo com os dados da literatura. Para segurança maior aconselha-se a utilização dos maiores valores apresentados para cada tipo de Estação.

Convém ainda lembrar que o presente estudo evidenciou a proteção adicional oferecida pelos tratamentos suplementares aos revestimentos de zinco, sendo aconselhável a sua larga utilização. No caso da necessidade de se utilizar revestimentos finos aplicados por eletrodeposição, é aconselhável a utilização da cromatização de boa qualidade, como a do presente estudo.

### 5.2.2.3 Alumínio anodizado

Como pode ser verificado no presente estudo, o alumínio, apesar de apresentar uma excelente resistência à corrosão atmosférica, apresenta alteração superficial devido ao espessamento natural da camada de óxidos, com incorporação de material particulado, e aspereza superficial devido à formação de pites, o que compromete o aspecto

Tabela 14 – Previsão da vida útil de um revestimento uniforme de zinco, de 50  $\mu m$ .

| Estação              | Taxa de corrosão média de 2 anos de exposição ( $\mu m/ano$ ) | Vida útil (anos) |
|----------------------|---|------------------|
| Sant'Ana do Parnaíba | 0,9   | 55               |
| Sorocaba             | 0,7   | 71               |
| Piratininga          | 2,55  | 20               |
| Paula Souza          | 1,2   | 41               |
| São José dos Campos  | 1,1   | 45               |
| Guarulhos            | 1,3   | 38               |
| Baixada Santista     | 2,3   | 21               |
| Praia Grande         | 1,6   | 31               |
| Capuava              | 2,5   | 19               |
| Alto da Serra        | 2,6   | 19               |

A Tabela 14, acima apresentada, deve ser utilizada com restrições, pois se refere apenas às Estações Atmosféricas

decorativo e as propriedades mecânicas do metal.

Para contornar este problema, é prá-

tica comum a aplicação de uma camada de conversão, através do processo de anodização. Este processo consiste no espessamento artificial da camada de óxidos para valores da ordem de micrometros. Com esta prática, consegue-se melhorar sobremaneira o desempenho do alumínio, tanto em termos de resistência à corrosão, como em resistência à abrasão, visto que o óxido de alumínio tem dureza elevada. Revestimentos finos de até 25  $\mu\text{m}$  são utilizados principalmente para conferir ao alumínio resistência à corrosão, enquanto que revestimentos espessos, da ordem de 50  $\mu\text{m}$  ou mais, são utilizados para resistência ao desgaste (anodização dura).

No presente estudo, tendo-se interesse em alumínio com anodização dura, prepararam-se corpos-de-prova de alumínio comercial anodizados com espessura da camada anódica da ordem de 70  $\mu\text{m}$ . A camada anodizada apresentava logo após a sua preparação coloração marrom escuro. Durante a exposição, notou-se em todos os corpos-de-prova ensaiados tão somente mudança de coloração e aspereza da superfície, não se notando nenhum sinal de ataque do alumínio, evidenciando o alto desempenho, em termos de proteção conferida ao alumínio, da camada anodizada.

#### 5.2.2.4 Parafusos

Devido ao interesse da Eletropaulo em identificar parafusos resistentes à corrosão atmosférica disponíveis no mercado nacional, foram ensaiados os seguintes tipos de parafusos:

- parafusos de Everdur;
- parafusos de aço cadmiado e cromatizado com espessura média de camada de cádmio de 32  $\mu\text{m}$ ;
- parafusos de aço zincado por eletrodeposição e cromatizado, com espessura média da camada de zinco de 20  $\mu\text{m}$ ;
- parafusos de aço revestidos com zinco por imersão a quente, com espessura média de camada de 78  $\mu\text{m}$ ;
- parafusos de aço revestidos com Dacromet com espessura média de camada de 5  $\mu\text{m}$ ;
- parafusos de aço inoxidável;
- parafuso de aço acimável.

Conforme já descrito no início do presente relatório e nos relatórios parciais, os parafusos foram ensaiados fixados em chapas de acrílico que, por sua vez, eram fixadas nos painéis de ensaio da mesma maneira da dos demais corpos-de-prova metálicos. Como o revestimento de Dacromet sabidamente não resiste à ação direta dos raios solares, estes parafusos foram ensaiados pendurados nos painéis de maneira a não serem expostos diretamente ao sol.

As observações feitas serão descritas a seguir por tipo de material:

**a) parafusos de Everdur:** após os 3 anos de exposição, os parafusos de Everdur apresentaram apenas escurecimento, sem sinais de ataque acentuado. No entanto na Estação Piratininga, onde sabidamente os teores de  $\text{H}_2\text{S}$  bem como o de  $\text{SO}_2$  eram muito elevados, notou-se deterioração dos parafusos ensaiados, que apresentaram tonalidades azuladas e com uma espessa camada de produto de corrosão pouco aderente, que se desprendia do metal;

**b) parafusos de aço cadmiado cromatizado:** estes parafusos apresentaram em praticamente todas as estações escurecimento acentuado com perda de brilho da camada cromatizada. Nas Estações São José dos Campos e Alto da Serra foi observada ocorrência de corrosão do cádmio, evidenciada pelo aparecimento de produtos de corrosão amarelos. Nas Estações Piratininga e Baixada Santista foi observada corrosão vermelha indicativa da corrosão do metal base;

**c) parafusos de aço zincados por eletrodeposição cromatizados:** estes parafusos apresentaram escurecimento da superfície e descoloramento da camada cromatizada em todas as estações em graus mais ou menos acentuados. Corrosão branca devida à exposição da camada de zinco foi observada nas Estações Sant'Ana do Parnaíba, Sorocaba, Piratininga, São José dos Campos, Guarulhos e Alto da Serra. Na Estação Baixada Santista observou-se ocorrência de corrosão do metal base;

**d) parafusos de aço galvanizados:** estes parafusos apresentam em todas as estações escurecimento da camada de zinco. Manchas brancas superficiais indicativas da corrosão do zinco foram observadas em praticamente todas as

estações, com exceção da Estação Paula Souza e Capuava. Nas Estações Sant'Ana do Parnaíba, Piratininga, Guarulhos, Praia Grande e Alto da Serra observou-se corrosão vermelha indicativa da corrosão do metal base. Os locais onde foi verificada a corrosão vermelha eram regiões localizadas principalmente nos filetes de rosca, onde era evidente o arrancamento mecânico da camada de proteção;

**e) parafusos de aço revestidos com Dacromet:** este tipo de parafuso apresentou corrosão acentuada do metal base em praticamente todas as estações, excetuando-se as Estações Sorocaba, São José dos Campos e Praia Grande, onde não se verificou alteração do revestimento. De fato, segundo informações e experiências de laboratório, este tipo de revestimento não é resistente a atmosferas contaminadas com  $\text{SO}_2$ , sendo resistente a atmosferas marinhas e rurais;

**f) parafuso de aço inoxidável ABNT-304:** este tipo de parafuso apresentou em praticamente todas as estações excelente desempenho das partes trabalhadas. No entanto nas porcas, onde a superfície sextavada não apresentava sinais de usinagem, apresentou corrosão vermelha em praticamente todas as estações. Somente na Estação Sorocaba, a menos agressiva, é que não ocorreu corrosão destas regiões;

**g) parafusos de aço acimável:** este tipo de parafuso apresentou corrosão vermelha acentuada em todas as estações, com deterioração acentuada dos filetes.

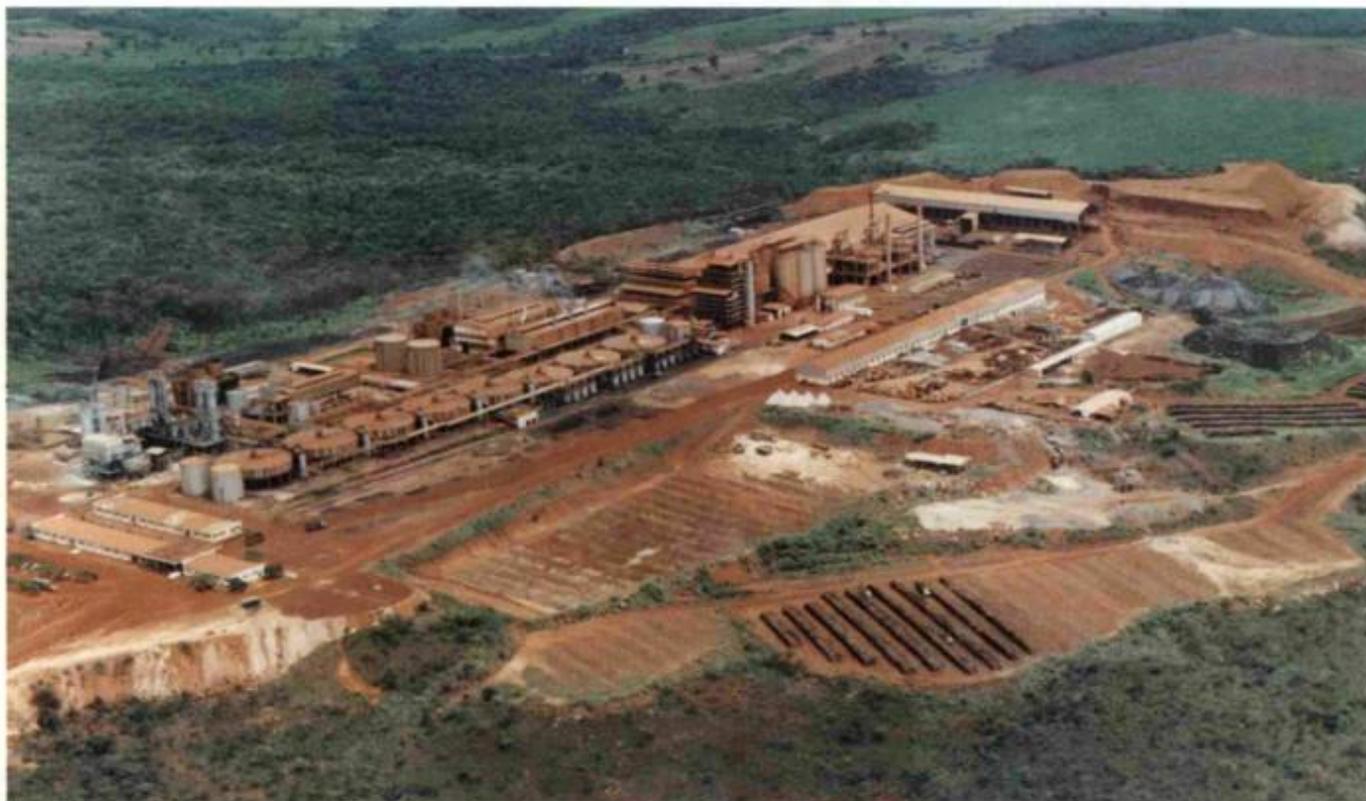
Dos resultados acima apresentados pode-se chegar às seguintes conclusões: l) os parafusos de Everdur (liga de cobre) apresentam desempenho satisfatório em praticamente todas as estações, com exceção daquelas em que há alta contaminação concomitantemente de  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{SO}_2$ . Em Sant'Ana do Parnaíba, onde  $\text{H}_2\text{S}$  é praticamente o poluente principal, tal deterioração não foi verificada, mas por se tratar de liga de cobre, aconselha-se evitar o seu uso em ambientes contaminados apenas com  $\text{H}_2\text{S}$ . Deve-se alertar, no entanto, para a ocorrência de corrosão galvânica acentuada entre esta liga e o alumínio, pois sabidamente o alumínio sofre deterioração acentuada quando em contato com cobre e suas ligas;

# CIA. NÍQUEL TOCANTINS

A eliminação de toda proteção alfandegária  
na importação de níquel,  
se viesse a acontecer, talvez tornasse  
inviável o funcionamento do produtor nacional.

Melhor será surgirem concorrentes  
com coragem, competência  
e tecnologia para enfrentar os desafios do setor do níquel.  
Não se pode é confundir  
pionerismo com monopólio.

# O pioneirismo na produção de níquel eletrolítico



Usina da Níquel Tocantins em Niquelândia, Goiás

Dez anos atrás, a alíquota para importação de níquel eletrolítico era de 25%. Em 1982, caiu para 15%. Atualmente, está em 10% — e já se ouve o rumor de que poderá desaparecer essa proteção alfandegária para a indústria brasileira do níquel.

Segundo esse rumor, a alíquota zero viria para neutralizar o monopólio da produção e comercialização do níquel no Brasil — o que equivaleria a consolidar uma confusão entre monopólio e pioneirismo, expressão mais apropriada no caso.

Na verdade, os 10% de alíquota já configuram um tratamento injusto para com o único produtor brasileiro de níquel eletrolítico, a Companhia Níquel Tocantins, empresa do Grupo Votorantim. Mesmo a alíquota de 25%, de dez anos atrás, favorecia os gigantes multinacionais do

níquel. A eliminação de toda proteção alfandegária, se viesse a acontecer, talvez tornasse inviável o funcionamento do produtor nacional.

## Sem energia

A menção aos gigantes multinacionais do níquel não é apenas retórica. O maior fabricante mundial, a canadense INCO — International Nickel Company, produz 120 mil toneladas por ano. A também canadense Falconbridge tem produção anual de 80 mil toneladas. A União Soviética produz 300 mil toneladas por ano (e não costuma seguir os preços internacionais: vende pelo que esteja necessitando na ocasião).

Já a Níquel Tocantins tem uma produção instalada de 5 mil toneladas por ano e, com grande sacrifício,

vem, desde 1987, trabalhando num plano de expansão para chegar às 10 mil toneladas anuais. Esse plano de expansão sofreu um grave abalo com o Plano Collor. Além do bloqueio do capital necessário para a expansão, proveniente de aporte de seus acionistas e que estava aplicado para fugir da inflação, a Níquel Tocantins registrou uma drástica retração em suas vendas no mercado interno. Caíram a zero, na segunda quinzena de março. Em abril, vendeu-se apenas 10% da produção. Em maio, a venda foi de 25% da produção e, para junho e julho, projeta-se uma venda de 50%.

Não se trata, porém, da primeira adversidade que a Níquel Tocantins enfrenta. O projeto da empresa foi aprovado no Conselho de Desenvolvimento Industrial em 1973.

No ano seguinte, iniciou-se a implantação da usina, no município de Niquelândia, Goiás. Surgiu, então, o primeiro grande problema: faltava energia para desenvolver todo o processo em território goiano.

A solução foi construir uma central térmica de 25 MVA em Niquelândia, a um custo adicional de US\$ 20 milhões, que permitisse iniciar o processo de produção em Goiás e completá-lo em outra usina em São Paulo.

Da jazida, o minério vai para a transformação em carbonato de níquel, na usina de Niquelândia. Daí por diante, feito o transporte por rodovia, o carbonato de níquel será reduzido a níquel eletrolítico na fábrica de São Miguel Paulista.

Praticamente todo o investimento da Níquel Tocantins já estava feito (foram US\$ 150 milhões, 80% dos quais com recursos próprios) na virada de 1979 para 1980, quando despencou sobre a economia internacional o segundo — e o maior — choque do petróleo. Disparou o preço da energia, principal insumo da produção de níquel. E os preços dos metais caíram vertiginosamente, desabaram.

Isto significou que a Níquel Tocantins começaria sua produção, em 1981, num dos piores momentos que a metalurgia mundial já viveu. Naquela ocasião, a INCO decidiu

suspender sua produção na Guatemala e amargou um prejuízo de US\$ 45 milhões na Indonésia. A Falconbridge parou a produção na República Dominicana. Nas Filipinas, fechou a fábrica da Marinduque (como a Votorantim, também um grupo familiar com forte presença no setor de cimento).

Para a Níquel Tocantins, entretanto, não havia recuo possível. Cancelar o início da produção era ampliar o prejuízo, em vez de correr os riscos e enfrentar o desafio de produzir.

### Sem ajuda oficial

Vencida esta etapa e iniciada a produção, a Níquel Tocantins — procurando assegurar a continuidade de suas operações e reduzir seus custos de produção — busca, junto ao Ministério das Minas e Energia, concessão para instalação de duas usinas hidrelétricas no Rio Tocantinzinho: uma de 60 MW e outra de 25 MW, suficientes para suprir as necessidades de consumo em Niquelândia até a fase de 10.000 t/ano de níquel contido. Mais uma vez, esbarra nas malhas da burocracia e incompreensão; e essa concessão, solicitada em 1985, até hoje não foi deferida. Isso tudo apesar dos discursos governamentais, incentivando as empresas privadas a investir em geração de energia elétrica.

Além de ter tido seu suprimento de energia elétrica tremendamente dificultado — a previsão inicial era de fornecimento em 1976 e só se concretizou em fins de 1982 — a Níquel Tocantins foi mais uma vez discriminada, quando da fixação da tarifa de energia elétrica.

Enquanto em outros exemplos, onde empresas multinacionais do setor minério-metalúrgico — que exigiram benefícios para aqui se instalem — recebem energia elétrica a preço diferenciado, a Níquel Tocantins paga rigorosamente os preços fixados pelas concessionárias.

Para se ter uma idéia de a quanto monta essa discriminação, basta lembrar casos em que o valor total dos benefícios concedidos a título de redução na tarifa de energia elétrica chegam a ser, ao longo do tempo da concessão, duas vezes superior ao valor investido para implantação do empreendimento.

Faz parte da vida do Grupo Votorantim competir com multinacionais. No setor dos não-ferrosos, essa luta começou com o alumínio e o zinco. Não estranha, portanto, que apareçam dificuldades — e, para os outros, privilégios.

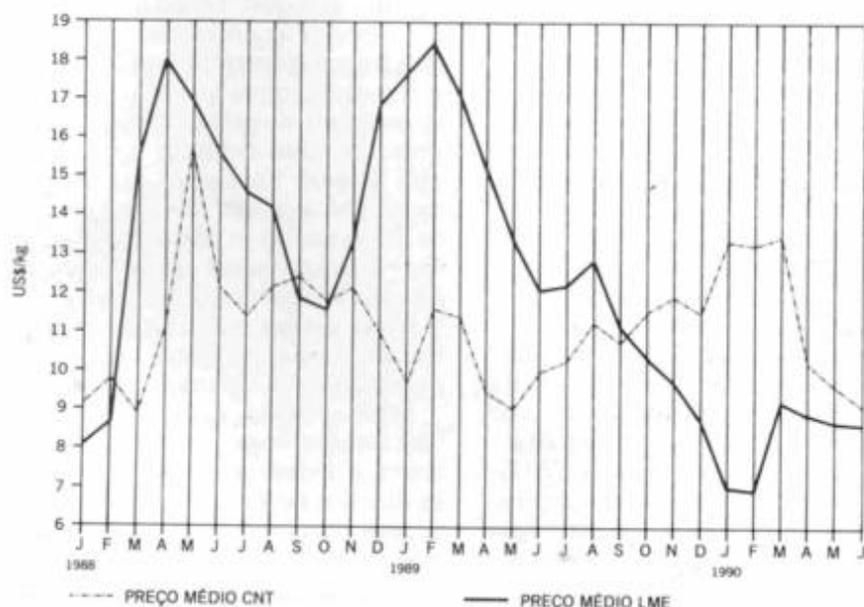
Produzir níquel eletrolítico no Brasil, por sinal, pode ter parecido uma decisão equivocada, num primeiro momento.

Afinal, as jazidas brasileiras dispõem apenas de mineral oxidado, que consome altíssimos volumes de energia em seu processamento. Noutros países, existem as jazidas sulfetadas, que permitem exploração por métodos bem menos onerosos, e com apenas um terço de consumo energético.

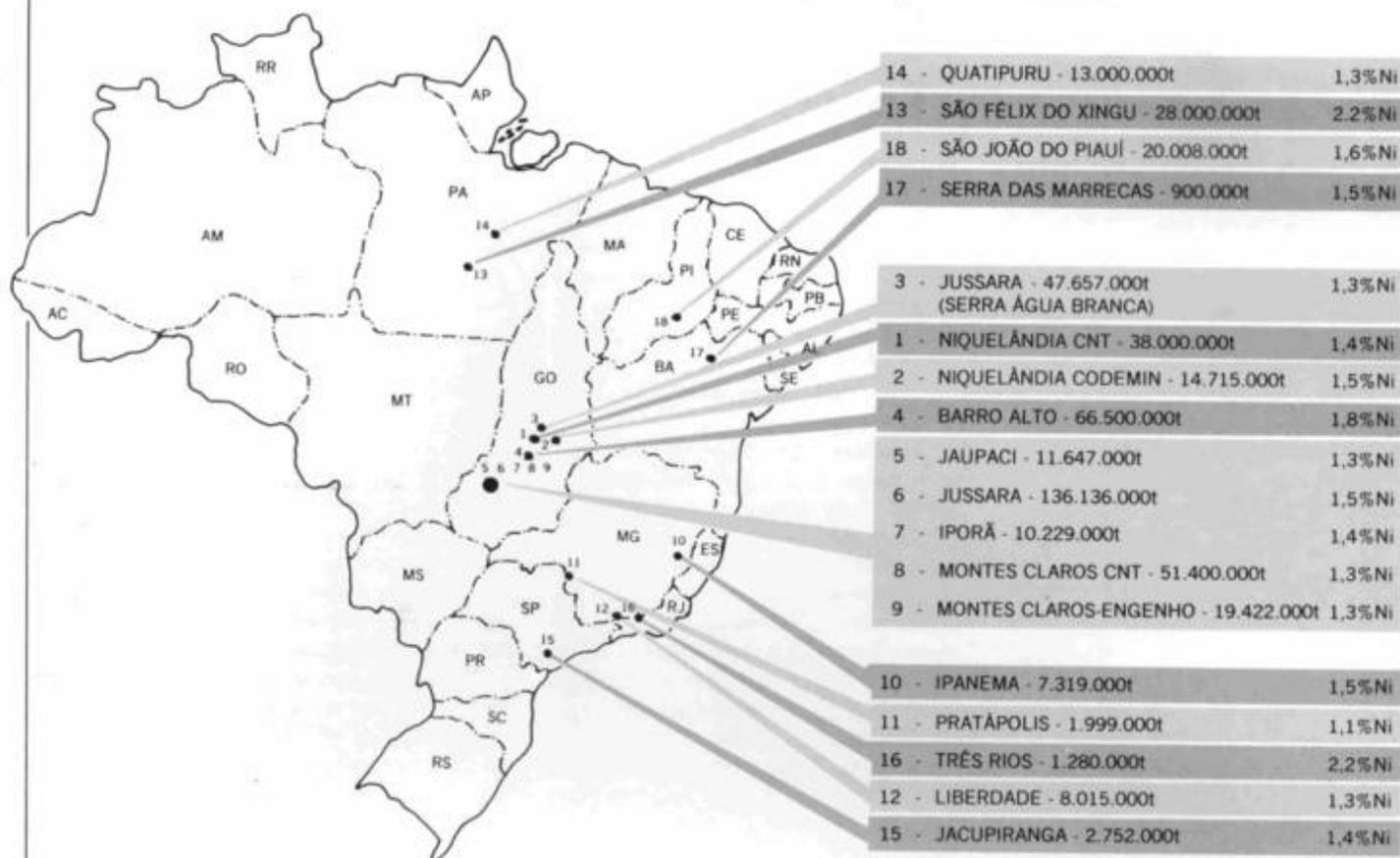
Outra adversidade: os insumos, aqui, custam sempre muito mais do que no exterior. Nossa energia é mais cara, como também têm custo muito superior, aqui, a amônia, o ácido sulfúrico e o óleo combustível. De modo especial, custam mais, aqui, as máquinas, os equipamentos, os tecidos filtrantes, as peças de reposição (os rolamentos, um setor controlado por multinacionais, chegam a custar cinco vezes mais no Brasil).

A Níquel Tocantins tem um custo de 50 dólares por 1.000 kW/ho-

COMPARATIVO DE PREÇO DO NÍQUEL CNT/LME



RESERVAS DE MINÉRIO SILICATADO DE NÍQUEL NO BRASIL



junho 1988

ra na produção de níquel eletrolítico. No exterior, esse custo não passa de 20 dólares.

Mais um fator que desaconselharia o investimento na produção de níquel: a localização das jazidas, no interior goiano, a mais de 1.500 quilômetros do litoral industrializado.

**Sem confusão**

Por todas essas razões, naturalmente, mais de 90% das jazidas existentes (veja o quadro) no Brasil permanecem inexploradas. Entre os detentores de jazidas, somente a Companhia Níquel Tocantins, cujas reservas de níquel equivalem a apenas 8% da reserva nacional, explora o níquel objetivando a produção do níquel eletrolítico. Mas a decisão tomada no começo da década de 70 não era equivocada. Informações atuais confirmam que não existem

novas jazidas sulfetadas, pelo mundo. Cresce, em consequência, a participação do níquel oxidado, como o existente no Brasil.

Sufocar, hoje, uma indústria brasileira de níquel, significará, nos próximos anos, a necessidade de criar condições para outras fábricas se instalarem. E será pouquíssimo provável que algum grupo brasileiro disponha de capital e tecnologia para esse desafio; afinal, o custo de implantação de uma usina integrada de níquel eletrolítico chega atualmente a US\$ 50 mil por tonelada/ano instalada.

Hoje, existe uma indústria brasileira instalada, que aceitou o desafio do governo brasileiro de produzir níquel eletrolítico e tornar o país independente dessa importante e estratégica matéria-prima. Esse empreendimento, hoje com 1.500 empregos diretos em Níquelândia, não pode

e não deve ser alijado por uma decisão momentânea e circunstancial.

Atingindo as 10 mil toneladas anuais previstas em seu plano de expansão, a Níquel Tocantins poderá até exportar regularmente — além de eliminar de vez o câmbio negro que ocorre sempre que os preços internacionais disparam. Nessas ocasiões, os distribuidores atendidos pela Níquel Tocantins continuam recebendo a quota que seu histórico determina. E os que cobram ágio são imediatamente substituídos, quando localizados. Esse problema também desaparecerá, desde que a Níquel Tocantins possa continuar operando e em expansão.

Melhor ainda será se surgirem concorrentes com coragem, competência e tecnologia para enfrentar os desafios do setor do níquel. Não se pode confundir pioneirismo com monopólio.

## Corrosão

II) os revestimentos de zinco, que apresentaram excelente desempenho quando ensaiados em forma de corpos-de-prova planos, apresentaram falhas devido à remoção da camada de zinco. Por esta razão, aconselha-se a sua utilização apenas quando se tem certeza da não ocorrência de danificações mecânicas, aconselhando-se a aplicação de proteção adicional, por exemplo por meio de pintura, após a sua instalação em ambientes mais agressivos;

III) à semelhança do revestimento de zinco, o cádmio também apresentou desempenho inferior quando comparado ao revestimento aplicado sobre superfícies planas, mesmo com espessura de camada média da mesma ordem de grandeza. A inferioridade do desempenho do cádmio em ambientes industriais ficou evidenciada neste ensaio. Desejando-se utilizar parafusos de aço cadmiado em locais onde é necessário o manuseio constante, devido às características lubrificantes dos produtos de corrosão, aconselha-se a sua não utilização em ambientes altamente contaminados com  $\text{SO}_2$ . Nos demais ambientes, aconselha-se realizar inspeções periódicas para troca de parafusos, quando necessária;

IV) os parafusos de aço inoxidável aparentemente são os mais adequados, desde que se tenha garantia de se obter acabamento superficial adequado que permita a passivação do metal. Superfícies rugosas ou com carepas apresentam desempenho insatisfatório;

V) os parafusos de aço acimável não são adequados devido à deterioração prematura dos filetes de rosca. Isto muito provavelmente é devido à retenção de umidade por efeito de capilaridade nos filetes, o que impede a secagem periódica da superfície metálica, essencial para o bom desempenho dos aços acimados.

## 6. Conclusões

O presente estudo permitiu a obtenção das seguintes conclusões:

6.1 os dados obtidos no presente estudo tiveram um significado relevante, permitindo quantificar a corrosividade das diferentes localidades onde foram instaladas as Estações Atmosféricas, além de permitir a constatação da alta

corrosividade de locais tais como Alto da Serra consideradas, a priori, como sendo pouco agressivas;

6.2 os dados obtidos mostraram que a classificação das atmosferas em termos de corrosividade não pode ser subjetiva, devendo ser feita após estudos sistemáticos, envolvendo medição de dados meteorológicos e de poluição e/ou determinação de taxas de corrosão de diferentes metais;

6.3 os dados de taxa de corrosão para os diferentes metais, com exceção do cobre em ambientes altamente contaminados com  $\text{H}_2\text{S}$ , estão dentro da faixa dos valores obtidos em outros países, faixas estas muito amplas.

6.4 a utilização de metais de referência para classificação da atmosfera em termos de sua corrosividade deve ser feita com restrição, como é relatado na literatura. O comportamento dos diferentes metais frente aos poluentes é diferenciado, assim a classificação feita, tendo como referência o aço carbono, é diferente quando se toma o zinco ou outro metal como referência. No caso do aço carbono os parâmetros mais significativos são a umidade relativa, o teor de  $\text{SO}_2$ , tendo sido observada também influência do  $\text{H}_2\text{S}$ . No caso do zinco o principal é o  $\text{SO}_2$ , no caso do alumínio é o material particulado, e no caso do cobre é o  $\text{H}_2\text{S}$ ;

6.5 uma excepcional contaminação com  $\text{H}_2\text{S}$  nas Estações Piratininga e Sant'Ana do Parnaíba, aparentemente sem par em outros países, levou à obtenção de altas taxas de corrosão do cobre nestas Estações. Isto justifica a condução de estudos detalhadas de mecanismos de corrosão nestes meios e a medição da concentração de  $\text{H}_2\text{S}$  na atmosfera, não efetuadas normalmente pelos órgãos competentes;

6.6 as elevadas taxas de corrosão obtidas na Estação Alto da Serra justificam a execução de medidas de pluição neste local, não efetuadas atualmente pelos órgãos competentes;

6.7 o comportamento não comum da taxa de corrosão do aço carbono, crescente com o tempo de exposição, observado na Estações Alto da Serra, Baixada Santista e Praia Grande, justifica a condução de estudos para elucidação das razões deste tipo de comportamento;

6.8 há a necessidade de implantação de

Estações Atmosféricas típicas de atmosferas marinhas, que no presente estudo teve apenas a Estação Praia Grande, que é atmosfera marinha pouco contaminada, devido à grande distância do mar (aproximadamente 1 km);  
6.9 conforme recomendada pela NBR 6209/80 da ABNT, os dados de parâmetros meteorológicos obtidos em locais de coleta próximos às Estações Atmosféricas podem ser utilizados na análise de ensaios de corrosão atmosférica. No entanto, dados de concentração dos poluentes  $\text{SO}_2$  e material particulado obtidos em locais de coleta próximos às Estações Atmosféricas, nem sempre são representativos, sendo questionável a sua utilização na análise dos ensaios de corrosão;

6.10 a área de concessão da Eletropaulo, ora estudada, pode ser dividida em termos das condições climáticas e de poluição conforme abaixo descrito.

**Atmosfera tipicamente rural:** com contaminação muito baixa em  $\text{SO}_2$ , material particulado ou de outros poluentes, semelhante à Estação Sorocaba.

**Atmosfera tipicamente urbana:** com contaminação moderada em  $\text{SO}_2$  e material particulado, sem contaminação de outros poluentes, semelhante às Estações Paula Souza e São José dos Campos.

**Atmosfera tipicamente industrial:** com contaminação elevada em  $\text{SO}_2$ , semelhante à Estação Baixada Santista.

**Atmosferas contaminadas com  $\text{H}_2\text{S}$ :** regiões situadas às margens dos rios e das represas poluídas em  $\text{H}_2\text{S}$ , semelhantes à Estação Sant'Ana do Parnaíba.

**Atmosferas contaminadas com  $\text{H}_2\text{S}$  e  $\text{SO}_2$ :** regiões situadas às margens de rios e represas altamente poluídas e em áreas de grande atividade industrial, semelhantes à Estação Piratininga.

**Atmosferas com alta concentração de material particulado:** regiões industriais ou urbanas com excessiva presença no ar de material particulado, semelhantes às Estações Guarulhos e Capuava.

**Atmosfera extremamente úmida contendo  $\text{SO}_2$ :** regiões de serra ou de floresta, onde a umidade relativa média mensal é muito próxima a 100% durante todo o ano, e sujeitas à ação de poluentes, tal como o  $\text{SO}_2$ , semelhantes à Estação Alto da Serra.

**Atmosfera marinha amena:** regiões

do litoral afastadas da praia, com baixa atividade industrial, semelhantes à Estação Praia Grande.

**Nota** – o presente estudo não inclui atmosfera marinha severa, regiões próximas ao mar.

6.11 Os aços acimáveis apresentam alto desempenho em atmosferas tipicamente rurais, tipicamente urbanas, atmosferas contaminadas com  $H_2S$  e contaminada com  $H_2S$  e  $SO_2$ . Em atmosferas tipicamente industriais, com alta concentração de material particulado e extremamente úmidas, contendo  $SO_2$ , a utilização dos aços acimáveis deve ser feita com proteção adicional; 6.12 os aços inoxidáveis apresentam excelente desempenho frente a todos os tipos de atmosfera do presente estudo, desde que se tenha garantia da passivação de sua superfície. Isto é possível ou expondo superfícies trabalhadas, que facilmente se passivam, eliminando-se as carepas por decapagem, ou submetendo a superfície do metal a processos de passivação.

6.13 o cobre apresenta desempenho insatisfatório quando exposto a atmosferas contaminadas com  $H_2S$  e contaminadas com  $H_2S$  e  $SO_2$ . A utilização do cobre neste tipo de ambiente deve ser feita somente com proteção adicional; 6.14 as ligas de alumínio AA1100 e AA5052 apresentam desempenho satisfatório frente a todos os tipos de atmosfera do presente estudo. Este desempenho é garantido quando a superfície do alumínio é constantemente lavada devido ao acesso livre das chuvas; 6.15 os revestimentos de alumínio aplicados por aspensão térmica sobre o aço, apresentam excelente desempenho frente a todos os tipos de atmosfera do presente estudo. Este revestimento, sem proteção suplementar, apresenta manchamento superficial indesejável esteticamente. Selagem dos poros com revestimentos orgânicos garante a integridade do revestimento. Sempre que possível os revestimentos de alumínio devem ser preferidos ao zinco e ao cádmio; 6.16 os revestimentos de zinco devem ser utilizados com espessuras adequadas, calculadas a partir dos dados de vida útil desejada e da taxa de corrosão do ambiente em questão. Danificações do revestimento comprometem sobremaneira o desempenho deste revestimento, aconselhando-se a aplicação de

proteção com pintura quando há possibilidades de ocorrência destas danificações, principalmente em ambientes agressivos. Em ambientes com taxas de corrosão muito elevadas do zinco, também deve ser utilizado proteção adicional com pintura;

6.17 os revestimentos de cádmio só devem ser utilizados quando razões técnicas não permitem a utilização do zinco ou do alumínio. Em ambientes contaminados com  $SO_2$ , nos quais o cádmio é pouco resistente, deve-se evitar a utilização do cádmio procurando-se outra alternativa, tal como aço inoxidável. Nos demais ambientes, deve-se realizar inspeções periódicas para verificação da necessidade de substituição, uma vez que os revestimentos de cádmio são relativamente finos, não podendo ser utilizados para tempos muito longos;

6.18 o revestimento de Dacromet não é indicado para utilização em ambientes externos. Eventualmente pode ser utilizado em ambientes com baixa contaminação com  $SO_2$ , desde que protegidos da ação dos raios solares.

### Referências Bibliográficas

- 24) \_\_\_\_\_ p. 58-63  
25) SHREIR, L.L. *Corrosion* 2 ed. London Newnes - Butherworths, 1977 p. 14-46, V. 2

### Os autores



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



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



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

Este trabalho foi publicado em três partes: a primeira, na RTS 43, a segunda, na RTS 44, e esta terceira e última parte, que conclui o artigo



**EKASIT QUÍMICA LTDA.**

Massas e discos para  
polir, fosquear e lapidar  
Produtos químicos

Rua João Alfredo, 480  
Tel.: (0 11) 5 23-0022 e 2 46-71 44  
04747 - São Paulo

# Euro Surfing' 90

11: EXPOSIÇÃO SOBRE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

BARCELONA 4-9 NOVEMBRO 1990

DATA DE SAÍDA  
02 DE NOVEMBRO  
RESERVAS ATÉ  
30 DE SETEMBRO

- O encontro internacional da tecnologia Eurosurfing, Expoquímica e Equiplast, compõem a feira técnica e científica mais importante que se realiza na Espanha e em toda a Europa.
  - Invista em seu produto, venha visitar a Eurosurfing 90 e conheça os últimos desenvolvimentos tecnológicos para esta década.
- Participe das jornadas de estudo e mesas redondas. Será um contínuo intercâmbio entre profissionais durante todo o evento.
- Venha estudar os novos métodos e tendências destes importantes setores industriais: Tratamentos de Superfície, Plásticos e Tintas.

A L&M Turismo e Ibéria - Linhas Aéreas de Espanha, convidam você e sua empresa para participarem desta evolução, com diversos planos de pagamento e roteiros opcionais de viagem por toda Europa.

Parte Terrestre

Hotel 3 estrelas US\$ 450,00

Hotel 4 estrelas US\$ 500,00

Os custos acima incluem:

- 7 diárias de hotel em apartamento duplo, com café da manhã.
- Transporte hotel - aeroporto - hotel
- Transporte hotel - congresso - hotel, durante todos os dias do evento.
- Solicite maiores informações e catálogo oficial do evento.



L & M Turismo  
Rua da Consolação, 359 - 1º andar - Cj. 14  
São Paulo - Capital  
Fones: (011) 231-0790 / 259-0593 / 259-9216

**IBERIA**  
LINEAS AEREAS DE ESPAÑA



## 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) 4587788

SÃO BERNARDO DO CAMPO - SP

# Otimização de Contraste no Analisador de Imagem

Bernardo José Guilherme de Aragão / José Andrade da Silva / Carlos Alfredo Dorigo

## Resumo

A medida de espessura de camada através do analisador de imagem (A.I.) requer alto contraste não só entre camadas como também entre estas e o substrato. Este contraste depende da camada protetora aplicada sobre as amostras antes de seu embutimento e dos reagentes metalográficos utilizados na preparação dos corpos-de-prova metalográficos. Apresentam-se neste trabalho a camada protetora e os reagentes capazes de produzir o contraste requerido em três combinações revestimento/substrato.

## 1. Introdução

O analisador de imagem (A.I.) é um equipamento que, acoplado a um microscópio, determina parâmetros microestruturais tais como: tamanho de grãos, fração volumétrica de segundas fases, distribuição de tamanho de partículas, espessuras de camadas, etc. Esta análise, sendo automatizada, reduz o tempo de sua execução, facultando maior número de medidas, melhora a precisão estatística, bem como aumenta a produtividade do método metalográfico de determinação desses parâmetros. Além disso, a influência de fatores subjetivos que dependem do responsável pelas análises é minimizada (ref. 1,2).

Um A.I. é composto das seguintes partes (Figura 1): a) um microscópio com saída trinocular; b) "scanner" que converte a imagem ótica do microscópio em sinais elétricos cuja amplitude é proporcional ao grau de cinza dos elementos microestruturais (vazios, segundas fases, inclusões, revestimentos) presentes na imagem (\*); c)

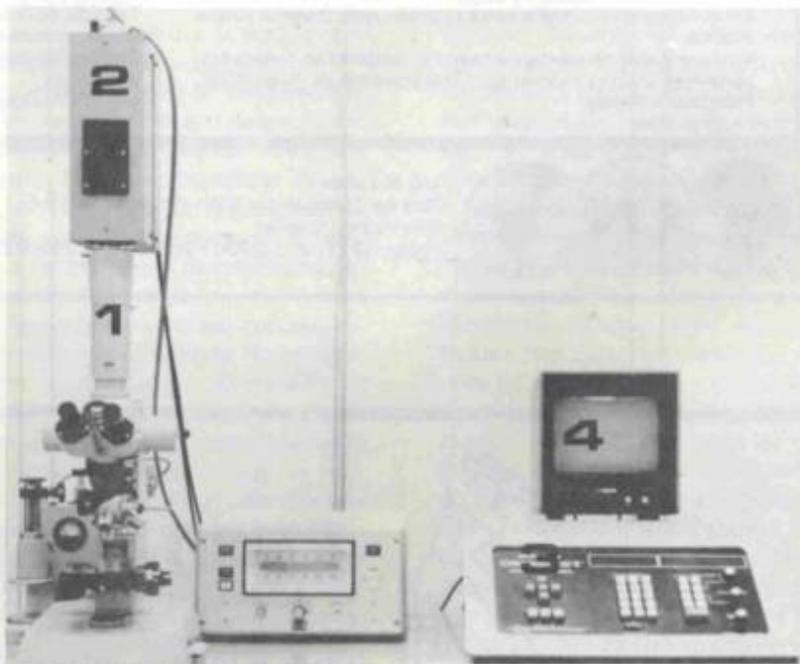


Figura 1: O analisador de imagem

- (1) = Saída trinocular do microscópio
- (2) = "Scanner"
- (3) = Unidade de análise
- (4) = Monitor de vídeo

monitor de vídeo de alto contraste que reconverte os sinais elétricos em imagem preto-e-branco, onde os elementos microestruturais aparecem com seus diferentes graus de cinza; d) a unidade de análise que seleciona os elementos microestruturais que serão determinados quantitativamente (ref. 3).

Sabe-se que as vantagens do A.I. são especialmente úteis na medição de espessura de camadas por metalografia (ref. 4). Contudo, deve-se ressaltar a importância da preparação cuidadosa dos corpos-de-prova metalográficos

para que se obtenha contraste satisfatório entre camadas e entre estas e o substrato, isto é, para cada camada, e o substrato, tenham um grau de cinza bem definido e diferente de sua vizinhança. O contraste ideal é alcançado com uma seqüência de fases claras e escuras alternadas (Figuras 2, 3 e 4). Para tanto, duas escolhas feitas durante a preparação dos corpos-de-prova metalográficos são importantes: primeiro, da camada protetora aplicada sobre a amostra, antes de seu embutimento (\*\*); segundo, dos reagentes empregados no ataque metalográfico.

\*) O grau de cinza varia desde o preto, para elementos de aparência escura na imagem, até o branco, para elementos de aparência clara.

## Medição e Ensaio

Analisando a camada protetora e os reagentes metalográficos para algumas combinações revestimento/substrato usadas na indústria, concluiu-se que, em três daquelas combinações, a escolha inadequada da camada protetora e dos reagentes não produziu contraste satisfatório (ref. 4). Essas combinações são: a) Sn/Ni/latão; b) Sn/Cu/latão e c) Sn/Ni/Cu/latão (\*\*\*)

No caso "a" a camada protetora de cobre foi escurecida pelo reagente usado para atacar o latão, dificultando o contraste entre a proteção e a camada de estanho inferior. Já nos casos "b" e "c", os reagentes não se mostraram suficientemente seletivos (\*\*\*\*) para produzir o contraste exigido no A.I. Em consequência, a seleção de uma camada protetora ou de reagentes alternativos fez-se necessária. Neste artigo descrevem-se as alternativas utilizadas na obtenção de contrastes otimizados.

## 2. Preparação das Amostras

### 2.1. Sn/Ni/latão e Sn/Ni/Cu/latão

Confeccionaram-se quatro amostras de latão de 8mm x 15mm x 25mm que foram lixadas com lixas de carboneto de silício grana 240, 320, 400 e 600, e polidas com suspensão de alumina de granulometria de 1  $\mu\text{m}$ . Duas delas foram revestidas com níquel e estanho, enquanto as outras duas foram recobertas com cobre, níquel e estanho. Sobre os revestimentos foi aplicada uma camada protetora de níquel.

\*\*) Esta camada adicional visa evitar o arredondamento da borda da camada imediatamente inferior durante a preparação do corpo-de-prova metalográfico. O arredondamento da borda da camada inferior impossibilitaria a medição de sua espessura.

\*\*) Neste artigo, a descrição do revestimento é feita começando-se com a camada mais externa e terminando-se com o substrato. Exemplo: Sn/Ni/latão refere-se a um revestimento com camada externa de estanho, camada intermediária de níquel e substrato de latão.

\*\*\*\*) Entende-se como reagente seletivo, aquele capaz de atacar preferencialmente uma camada, deixando o substrato ou as camadas adjacentes não atacadas. O reagente pode também atacar o substrato, deixando a camada sobreposta não atacada. O efeito final é o realce das partes atacadas em relação às não atacadas, com aumento do contraste entre elas.

### 2.2. Sn/Cu/latão

As amostras analisadas eram elementos de fixação de latão (parafusos, arruelas e porcas M4) com revestimento de cobre e estanho, e foram retiradas de conectores de blindagem utilizados em redes de telefonia. Após a retirada, foi aplicada sobre o revestimento uma camada protetora de cobre.

## 3. Preparação do Corpo-de-Prova Metalográfico

As amostras foram embutidas a frio com resina epóxi e seccionadas ao longo do plano mediano das mesmas. O lixamento foi feito com lixas de carboneto de silício grana 240, 320, 400, 600, 1000, 2400 e 4000, e o polimento com suspensão de alumina de granulometria de 1  $\mu\text{m}$  e 0,05  $\mu\text{m}$ . O ataque metalográfico foi realizado com os reagentes da Tabela 1.

Todas as amostras foram atacadas inicialmente com os reagentes 1 ou 2. Em seguida, as amostras Sn/Ni/latão foram atacadas com o reagente 3, as amostras Sn/Cu/latão com o reagente 4 e as amostras Sn/Ni/Cu/latão com o reagente 5.

## 4. Resultados

### 4.1. Sn/Ni/latão

Na Figura 2 observa-se que o estanho e o latão foram escurecidos no ataque químico, enquanto que as camadas de níquel permanecem claras. O escurecimento do estanho é devido à reação deste com os reagentes 1 e 2, enquanto que o latão é atacado pelo reagente 3.

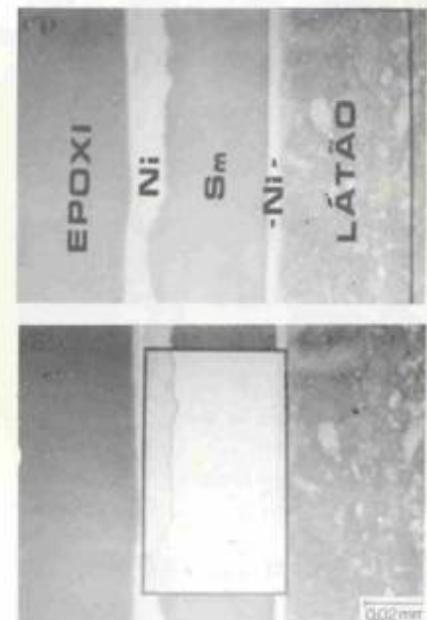


Figura 2: (1) Contraste entre camadas e substrato no monitor de vídeo.  
(2) Detecção da camada de estanho. Nesta etapa indica-se a espessura da camada que está medida.

| Tabela 1                 |  |   |                                      |   |
|--------------------------|--|---|--------------------------------------|---|
| Reagente 1               | Reagente 2 (ref. 5)  | Reagente 3 (ref. 5)   | Reagente 4 (ref. 3)                  | Reagente 5 (ref. 6)                               |
| 10 ml de ácido nítrico   | 20 ml de glicerol  | 1 parte de hidróxido de amônio  | 85 ml de hidróxido de amônio         | 700 ml de ácido acético glacial                   |
| 100 ml de álcool etílico | 2 ml de ácido fluorídrico (40%)<br><br>1 gota de ácido nítrico | 1 parte de peróxido de hidrogênio (3%)<br><br>1 parte de água destilada | 15 ml de peróxido de hidrogênio (3%) | 300 ml de ácido perclórico (60%)                  |
| Ataque químico           |  |   |                                      | Ataque eletrolítico<br>Tensão: 7V;<br>Tempo = 1 s |

## 4.2. Sn/Cu/latão

Como no caso anterior, observa-se na Figura 3 que a camada de estanho é escurecida pelos reagentes 1 e 2. O reagente 4 ataca preferencialmente o latão, deixando-o escuro. O cobre, que geralmente não é atacado, pode apresentar ligeiro ataque. Quando isso acontecer, deve-se avaliar este efeito no contraste. Em caso positivo, recomenda-se repetir o lixamento, o polimento e o ataque metalográfico do corpo-de-prova.

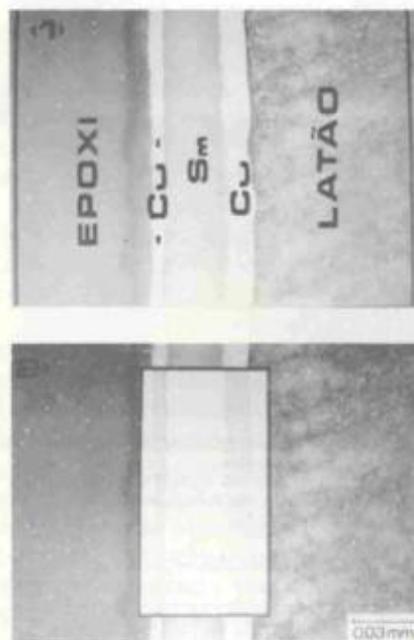


Figura 3: (1) Contraste entre camadas e substrato no monitor de vídeo.  
(2) Detecção da camada de estanho.

## 4.3. Sn/Ni/Cu/latão

A camada de estanho é escurecida pelos reagentes 1 e 2. O reagente 5 ataca preferencialmente a camada intermediária de cobre, escurecendo-a. O latão e o níquel não são atacados (Figura 4).

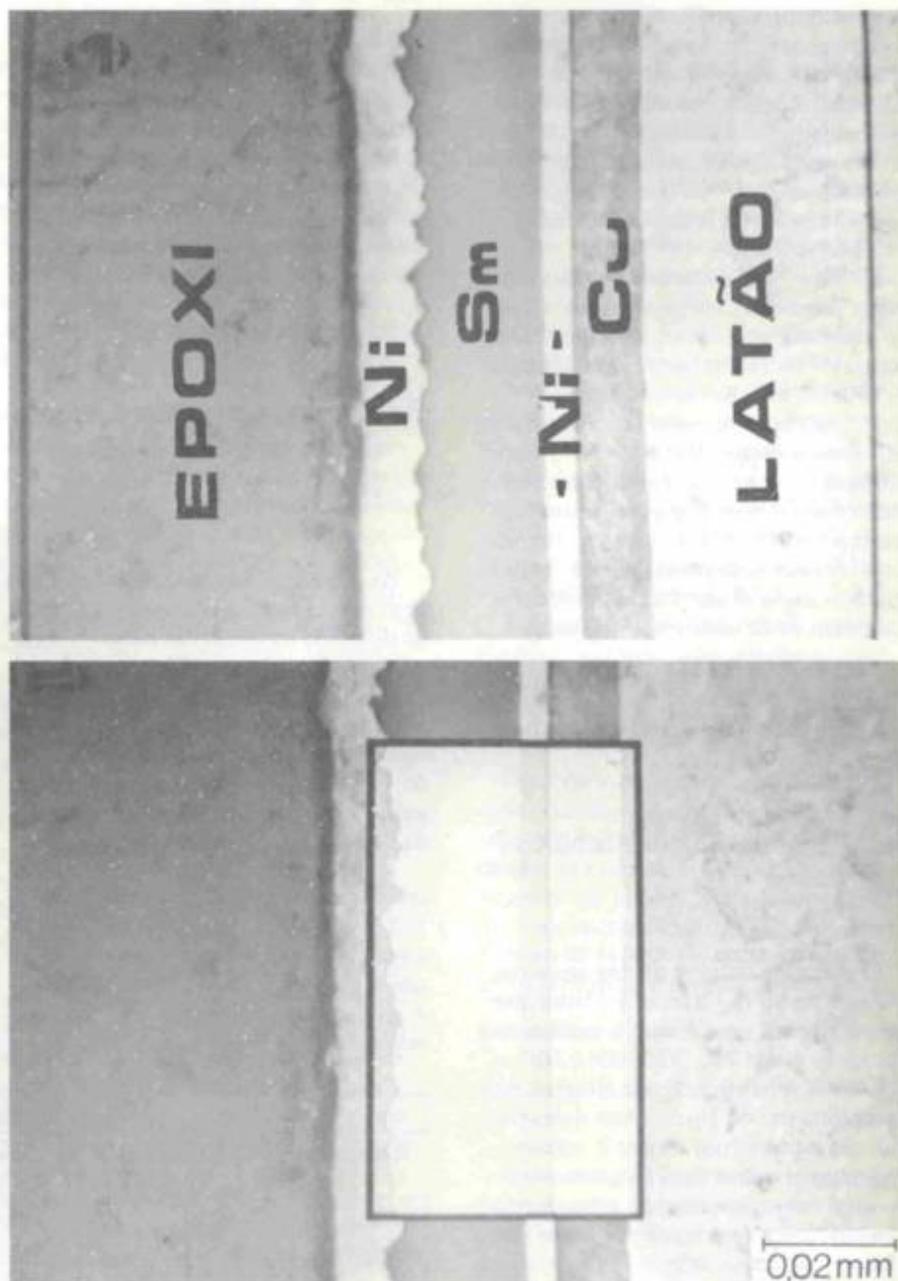


Figura 4: (1) Contraste entre camadas e substrato no monitor de vídeo.  
(2) Detecção da camada de estanho e cobre.

Em relação ao trabalho anterior (ref. 4), introduzimos as seguintes modificações: a) Sn/Ni/latão: trocou-se o cobre pelo níquel como revestimento protetor; b) Sn/Cu/latão: trocou-se o reagente usado anteriormente para atacar o latão por um outro mais seletivo, capaz de escurecer somente o latão, deixando a camada de cobre adjacente cla-

ra; c) Sn/Ni/Cu/latão: trocou-se o reagente usado anteriormente para atacar o latão por um reagente eletrolítico capaz de atacar e escurecer somente a camada intermediária de cobre, deixando o substrato de latão e a camada de níquel adjacentes claras. Para escurecer o estanho, incluímos neste trabalho o reagente 2 da Tabela 1.

## Medição e Ensaio

### 5. Conclusões

Reunindo os resultados deste trabalho com aqueles apresentados anteriormente (ref. 4), dispõe-se agora de meios eficazes de produzir contraste entre camada/substrato e entre camadas no A.I. Com os métodos propostos, é possível obter medidas confiáveis através do A.I. e utilizar toda a sua potencialidade na medição de espessura de camadas por metalografia.

### 6. Bibliografia

- 1) Metals Handbook, Ninth edition. *Metals Park*, Ohio, American Society for Metals, volume 9, pp. 309-322, 1985.
- 2) VANDER VOORT, G.F. *Metallography Principles and practice*. New York, McGraw-Hill, pp. 499-502, p.622, 1984.
- 3) OPPENHEIM, J.C. *Basic quantitative image analysis in the metallographic laboratory*. Metal Progress 120 (3): pp. 36-46, 1981.
- 4) DE ARAGÃO, B.J.G. et al. Em: *Observação e medição de espessura de acabamentos com analisador de imagem*. Anais do EBRATS 89. São Paulo, Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície, volume 3, pp. 31-42, 1989.
- 5) PETZOW, G. *Metallographic etching*. Metals Park, Ohio, American Society for Metals, p.61, p.85, 1978.
- 6) BUEHLER LTD. *Manual de Instruções Electromet 4*. Lake Bluff, Illinois, p.12.

### Os Autores



Bernardo José Guilherme de Aragão – Nascido no Brasil, 32 anos. Graduado em Engenharia Metalúrgica (1982) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestrando em Engenharia Mecânica, Área de Fabricação e Processos, na Universidade Estadual de Campinas. Pesquisador de Telecomunicações no CPqD/TELEBRÁS. Campo de atividades: ensaios mecânicos, metalográficos e análise dimensional desde novembro/1983.



José Andrade da Silva – Nascido no Brasil, 39 anos. Graduado em Engenharia Operacional Mecânica (1977) pela Faculdade de Engenharia Industrial de Itatiba (Estado de São Paulo), Área de Processos e Fabricação Mecânica. Técnico Sênior de Laboratório no CPqD/TELEBRÁS. Campo de atividades: ensaios mecânicos, metalográficos e análise dimensional desde agosto/1987.



Carlos Alfredo Dorigo – Nascido no Brasil, 27 anos. 5º anista do curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Metodista de Piracicaba (Estado de São Paulo), estagiário no CPqD/TELEBRÁS. Campo de atividades: ensaios mecânicos, metalográficos e análise dimensional desde julho/1988.

## 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

# Avaliação das propriedades mecânicas em aço ABNT 1045 com variação da temperatura de Austenitização e Revenido

Dácio do Nascimento / Orlando Preti

Trabalho apresentado no I Simposio de Tratamento Térmico - Escola Técnica Tupy - Brasimet e agraciado com o "Prêmio de Incentivo", no dia 10 de maio de 1990.

## 1 - Introdução

Na indústria, os aços carbono são os que mais se destacam na construção de peças e estruturas metálicas. Buscando melhorar cada vez mais estes aços, os pesquisadores analisam as diversas condições que determinam a obtenção da estrutura (matriz) final do material, pois é ela que fornece as características básicas, como propriedades mecânicas e físicas dos produtos.

## 2 - Aços

Os aços são definidos como ligas ferro-carbono impuras e de baixo teor de carbono. A maioria deles contém de 0,1 a 1,5% C em peso; todos os aços comerciais têm também outros elementos metálicos e não-metálicos, alguns resultantes de adições intencionais e outros provenientes do minério de origem ou, ainda, absorvidos durante o processo de fabricação.

Os aços carbonos são aqueles em que as proporções de elementos além do ferro e do carbono são pequenas; os aços com alta porcentagem de elemen-

tos adicionais são conhecidos por aços ligados ou aços especiais, ou ainda por nomes relacionados com suas aplicações ou propriedades, como por exemplo, aços ferramenta e aços inoxidáveis. Recentemente o termo "aço" foi estendido, incluindo-se aí ligas de ferro com baixíssimos teores de carbono: é o caso de alguns aços inoxidáveis austeníticos, que são essencialmente ligas Fe-Ni-Cr-Al-Ti nas quais o carbono é uma impureza indesejável.

Os aços carbonos resfriados lentamente são tanto mais duros e frágeis quanto maior o teor de carbono. Os termos "aço doce" e "aço de baixo carbono" referem-se a aços de baixo teor de carbono (< 0,25% C) resfriados lentamente; aços de alto teor de carbono (C  $\approx$  1%) são conhecidos como aços duros ou aços de alto carbono. Aços hipoeutetóides e hipereutetóides são aqueles contendo respectivamente menos e mais carbono que aquele correspondente ao ponto eutetóide (C  $\approx$  0,8%). (1)

## 3 - Aço Carbono ABNT 1045

O aço ABNT 1045 apresenta a seguinte composição química: (2)

C = 0,43 a 0,50%  
Si = 0,10 a 0,30%  
Mn = 0,60 a 0,90%  
P = 0,04% máximo  
S = 0,05% máximo

Os aços carbono sempre têm pequenas proporções de manganês (0,3 a 1,5%) e silício (até 1,0%), que não originam novas fases metálicas. A estrutura destes aços pode, assim, ser estudada em termos do diagrama metaestável ferro-cementita.

### 3.1 Influência dos Elementos Residuais

a) **Fósforo:** não forma carbonetos, mas sim solução sólida com a ferrita (endurecendo-a), aumentando o tamanho de grão, ocasionando a chamada fragilidade a frio.

Um teor de carbono mais elevado agrava essas influências, pois o fósforo é incompatível com o carbono, expulsando-o da austenita.

Em teores próximo a 0,4% é nocivo, pois forma eutético fosforoso. O fósforo apresenta alguns aspectos favoráveis, como aumento da resistência à tração, dureza, resistência à corrosão e usinabilidade dos aços.

b) **Enxofre:** é um elemento mais prejudicial do que útil. Combina-se com o ferro e o manganês (este com maior afinidade), formando o FeS e MnS.

Caso predomine o FeS por insuficiência de manganês e o aço trabalhe acima do ponto de fusão do eutético Fe - FeS, este se liquefaz rompendo o aço, caracterizando a fragilidade a quente.

Deve ser evitada a combinação FeS, mas não a MnS, que são partículas pequenas e plásticas.

## Tratamento Térmico

O enxofre e o manganês são encontrados em maiores teores em aço de usinagem fácil. O enxofre melhora a usinabilidade e melhora o acabamento superficial; nas propriedades mecânicas não tem grande influência.

- c) **Silício:** forma solução sólida com a ferrita, sem afetar apreciavelmente a ductilidade, dureza e resistência mecânica. A sua função principal é como agente desoxidante na obtenção do aço líquido.
- d) **Manganês:** atua como elemento desoxidante e dessulfurante; combina-se com o oxigênio (MnO) e com o enxofre (MnS). Forma solução sólida com a ferrita, aumentando a dureza e a resistência.

Em teores mais elevados forma o composto  $Mn_3C$ , que associa-se à cementita, melhorando as propriedades mecânicas (3).

### 3.2 Aplicações

É empregado para confecção de eixos, trilhos, talas de junção, aros para rodas de locomotivas e de vagões, peças de máquinas a serem tratadas termicamente, ferramentas agrícolas, certas molas, etc. (4)

### 3.3 Propriedades Mecânicas

A Figura 1 evidencia as propriedades mecânicas dos aços carbono em função do teor de carbono.

A Tabela I apresenta as propriedades mecânicas de alguns aços carbono.

### 3.4 Tratamentos Térmicos

São um conjunto de operações de aquecimento e resfriamento a que são submetidos os aços, sob condições controladas de temperatura, tempo, atmosfera e velocidade de resfriamento, com o objetivo de alterar as suas propriedades ou características determinadas. (3)

#### a) Têmpera

Consiste em resfriar o aço após a austenitização a uma velocidade suficientemente rápida, para se evitar as transformações perlíticas e bainíticas. Deste modo obtém-se uma estrutura martensítica, conferindo à peça ótima resistência e tenacidade, após o revenido. A Figura 2 evidencia a curva CCT do aço 1045.

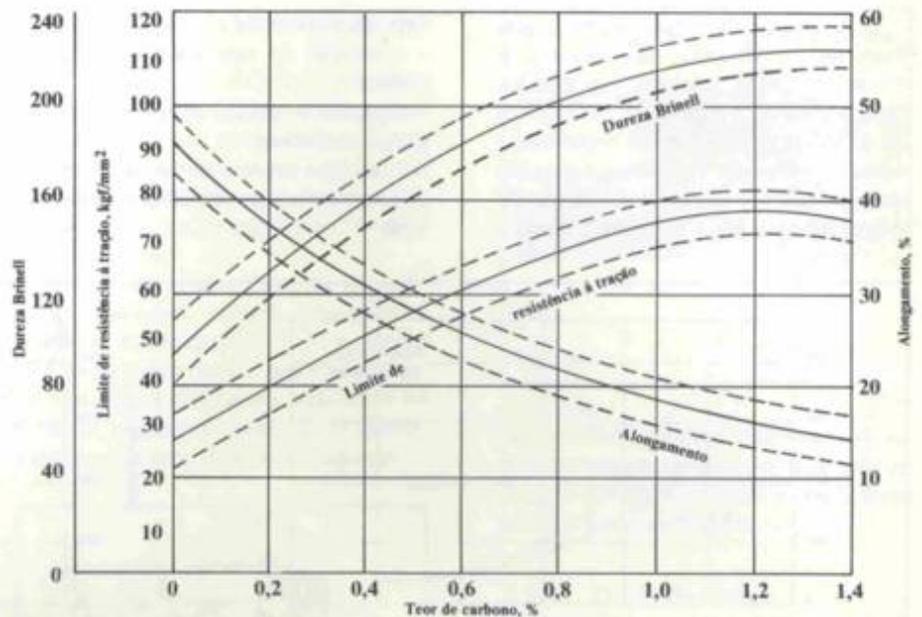


Figura 1 - Propriedades mecânicas em função do teor de carbono, para aços carbonos comuns, esfriados lentamente.

TABELA I - Propriedades mecânicas de alguns aços carbonos comuns normalizados.(5)

| AÇOS ABNT | LIM. RESISTÊNCIA MPa | LIM. ESCOAMENTO MPa | ALONG. % | ESTRICÇÃO % | DUREZA HB |
|-----------|----------------------|---------------------|----------|-------------|-----------|
| 1030      | 520,6                | 344,7               | 32,0     | 60,8        | 149       |
| 1040      | 589,5                | 374,0               | 28,0     | 54,9        | 170       |
| *1045     | 668,8                | 400,7               | 24,0     | 47,1        | 193,5     |
| 1050      | 748,1                | 427,5               | 20,0     | 39,4        | 217       |
| 1060      | 775,7                | 420,6               | 18,0     | 37,2        | 229       |

(\* ) Valores obtidos com interpolação dos aços ABNT 1040 e 1050.

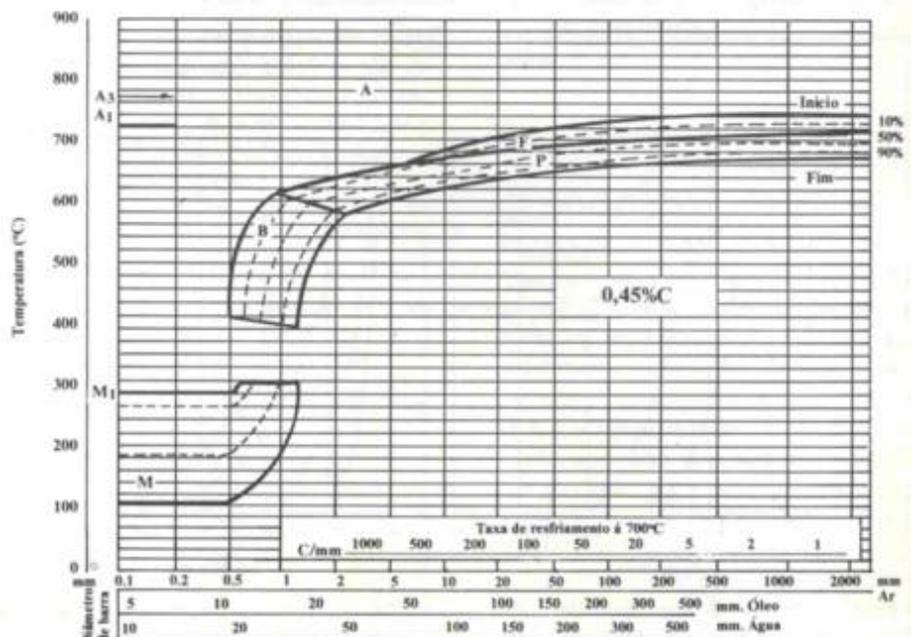


Figura 2 - Curva CCT do aço ABNT 1045.

# Tratamento Térmico

A severidade com que ocorre o resfriamento na têmpera, faz surgir gradientes térmicos bastante acentuados entre o núcleo e a superfície. As Figuras 3 e 4 evidenciam o efeito da seção transversal e meios de resfriamentos sobre um aço ABNT 1045. O gradiente de temperatura na peça faz surgir tensões

internas associadas a:

- contração do aço durante o resfriamento;
- expansão associada com a transformação martensítica;
- mudanças bruscas de seções e outros concentradores de tensões (cantos vivos).

Dependendo da magnitude das tensões resultantes das combinações destes esforços, podem ocorrer:

- deformações plásticas (empenamentos);
- rupturas (trincas);
- tensões residuais.

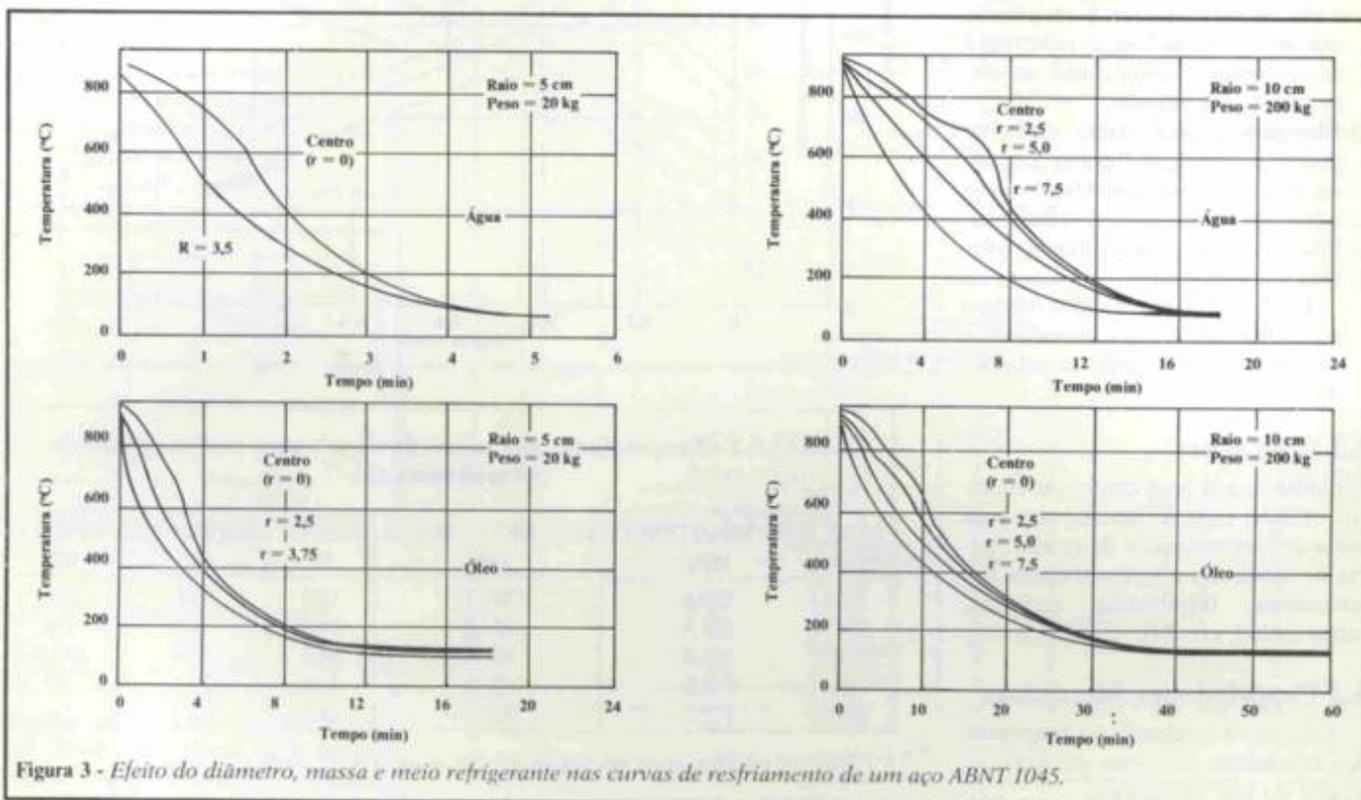


Figura 3 - Efeito do diâmetro, massa e meio refrigerante nas curvas de resfriamento de um aço ABNT 1045.

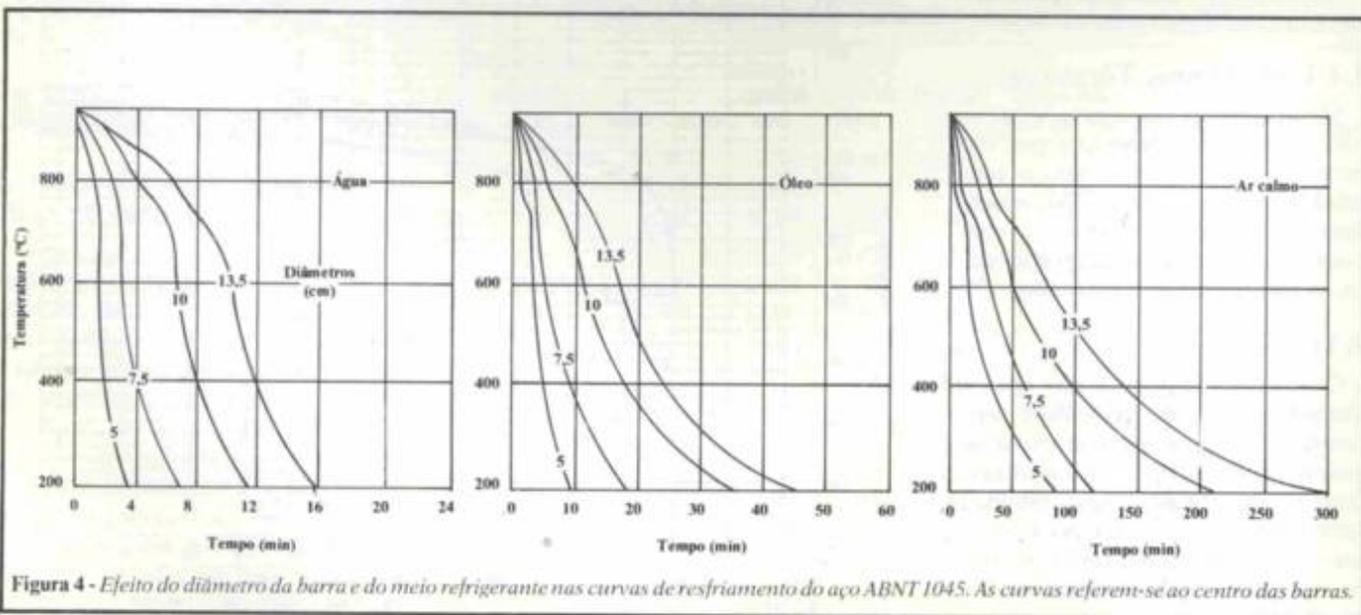


Figura 4 - Efeito do diâmetro da barra e do meio refrigerante nas curvas de resfriamento do aço ABNT 1045. As curvas referem-se ao centro das barras.

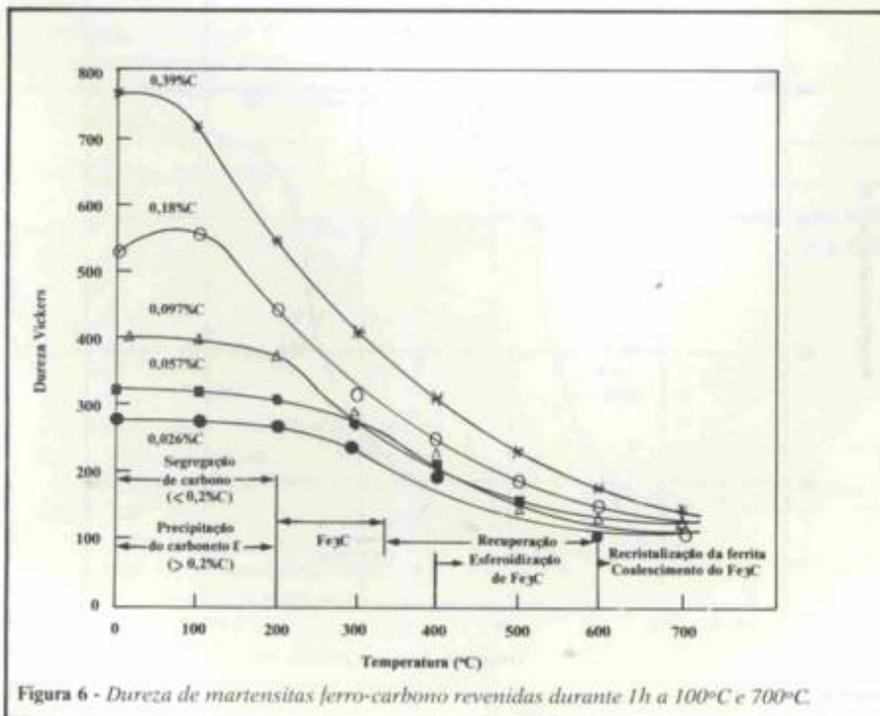
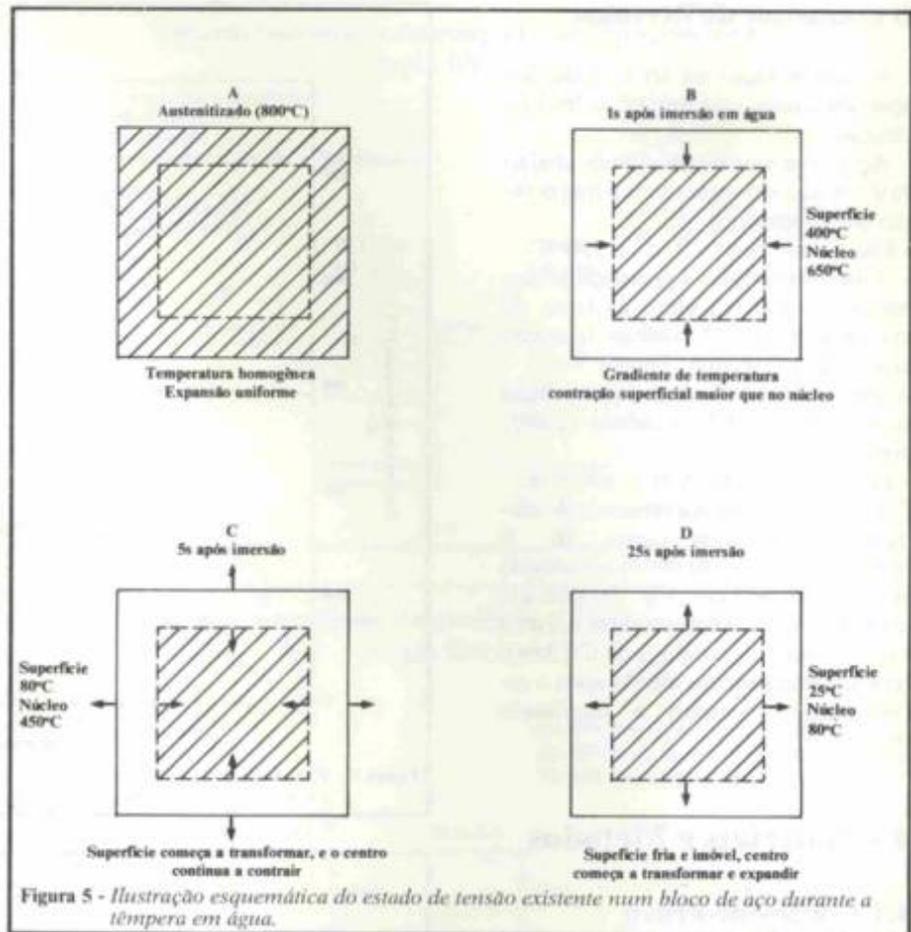
## Tratamento Térmico

Conforme a Figura 5, o estágio mais importante com relação às tensões é o terceiro, pois durante este estágio ocorrerá a transformação martensítica, acentuando o estado de tensões na peça. O ideal é que o terceiro estágio seja lento, pois já não há o risco de ocorrerem as transformações ferríticas-perlíticas ou bainíticas. Deste modo se obtém menos tensões na têmpera.

Em peças de aço ABNT 1045 que possuam grandes variações de espessuras e pontos onde ocorram concentradores de tensões (prováveis regiões a originar trincas), recomenda-se cementar com resfriamento ao ar (normalização), seguido de martêmpera. Desta forma, a curva TTT será deslocada para a direita, facilitando a obtenção de martensita, evitando exageradas tensões internas, sacrificando a uniformidade da matriz pela sanidade de peça.

### b) Revenido

É um tratamento térmico que acompanha a têmpera; visa eliminar a maioria dos inconvenientes produzidos na têmpera. Corrige a dureza, fragilidade, ductilidade, resistência ao choque e o alongamento do material. As etapas do revenido em aços carbono estão representadas na Figura 6.



- 1 - Até 250 °C - Precipitação do carboneto  $\epsilon$ , reduzindo o teor de carbono na martensita, que perde parcialmente sua tetragonalidade, com pequena elevação da dureza, pelo mecanismo de endurecimento por precipitação.
- 2 - 200 °C a 350 °C - Transformação da austenita retida entre 230 °C e 300 °C, formando ferrita e carboneto, com características de bainita. A martensita perde sua tetragonalidade, transformando-se em ferrita com diminuição gradativa do carboneto  $\epsilon$ .
- 3 - 350°C a 700°C - Início do coalescimento da cementita, entre 300 °C e 400 °C e final a 700 °C. De 350 °C a 600 °C, ocorre uma pronunciada redução na densidade de discordância (recuperação), sendo substituída pelo processo de recristalização da ferrita (grãos equiaxiais) com carbonetos esferridizados em área.

## c) Fragilidade do Revenido

É uma redução na tenacidade dos aços sem afetar suas propriedades mecânicas.

Aços com teor de manganês abaixo de 0,5% não são suscetíveis a fragilização do revenido:

- Fragilidade entre 250 °C e 350 °C

Tem como origem a presença de carboneto epsilon ( $\epsilon$ ) entre as ripas de martensita na transformação da austenita retida em bainita (Ferrita +  $\epsilon$ ). A fragilização é retardada com a adição de molibdênio (0,5%), silício (1,04), tungstênio.

- Fragilização entre 450 °C e 600 °C

Tem como origem a presença de elementos segregados como Sb, P (0,01%), Ar e Sn (0,005%), solúveis em contorno de grão (Fig. 7), pois estes enfraquecem a coesão entre a ferrita e o carboneto. A presença de Cr, Mn e Ni e um resfriamento rápido após o revenimento, amenizam a fragilidade (Fig. 8).

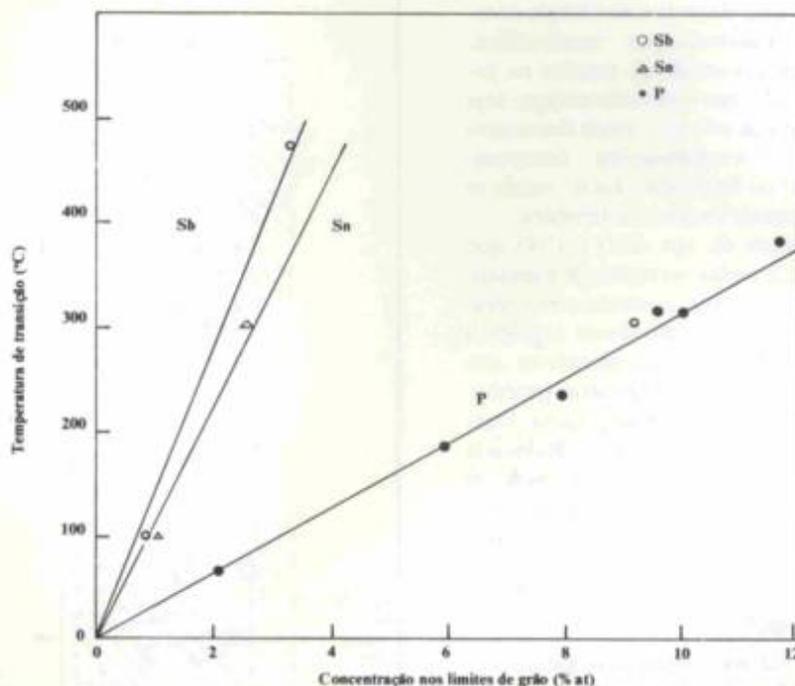


Figura 7 - Efeito das concentrações de P, Sb e Sn nos limites de grão na ductilidade de aços Cr-Ni, de dureza e tamanho de grão constantes.

## 4 - Materiais e Métodos

### 4.1 Corpos-de-Prova

Os corpos-de-prova foram obtidos a partir de barras de aço laminadas ABNT 1045, com diâmetro 7/8". O ensaio de tração foi realizado conforme Norma ABNT NBR-6152 - Dez. 1980.

### 4.2 Tratamento Térmico

O material sofreu tratamento térmico do tipo normalização, têmpera e revenido, sendo:

- Normalização:** o ciclo térmico efetuado foi:
  - pré-aquecimento a 400 °C por uma hora;
  - austenitização a 860 °C em banho de sal neutro (GS 540 + Ativador R - 2);
  - tempo de aquecimento 5 minutos e austenitização 10 minutos (1 min/mm);
  - resfriamento ao ar.
- Têmpera:** foi efetuado o seguinte ciclo térmico:
  - pré-aquecimento a 400 °C por uma hora;

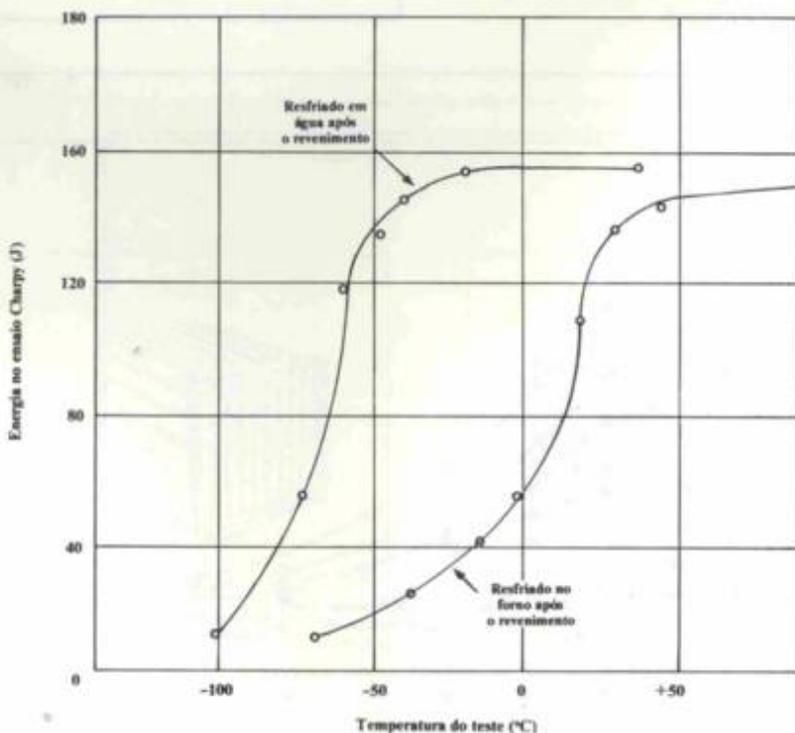


Figura 8 - Efeito do resfriamento na fragilidade do revenido.

## Tratamento Térmico

- austenitização a 800, 830 e 860 °C em banho de sal neutro (GS 540 + Ativador R - 2);
- tempo de aquecimento 5 minutos e austenitização 10 minutos (1 min/mm);
- resfriamento em salmoura (10% NaCl).

b) **Revenido:** Foram efetuados nas temperaturas de 200, 400 e 600 °C em banho de sal neutro por duas horas.

### 4.3 Apresentação e discussão dos resultados

#### a) Metalografia:

A Figura 10 caracteriza a granulação do aço ABNT 1045 antes e após o tratamento térmico de normalização. A microestrutura evidencia que houve refino de grão no aço após a normalização.

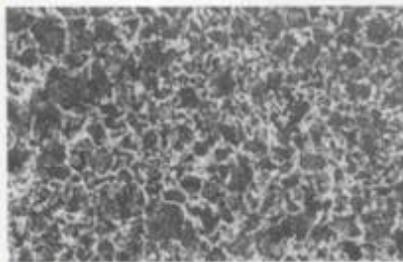
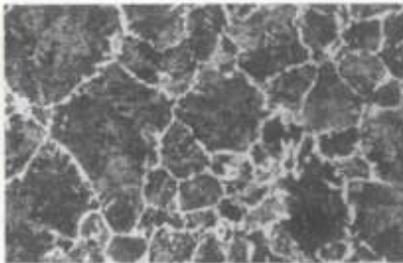


Figura 10 - Microestrutura do aço ABNT 1045 antes do tratamento térmico de normalização (A) e após normalização (B). Aumento: 100x. Ataque: Nital 4%.

A Figura 11 mostra a influência da temperatura de austenitização sobre o tamanho de grão do aço ABNT 1045. Percebe-se que aumentando-se a temperatura de austenitização para normalização, houve crescimento de grão.

A temperatura de austenitização utilizada foi de 860 °C, estando na faixa recomendada pelo cliente (840 a 870 °C).

Conforme a Figura 11, esta faixa de temperatura para austenitização deveria ser menor, pois percebe-se crescimento de grão.

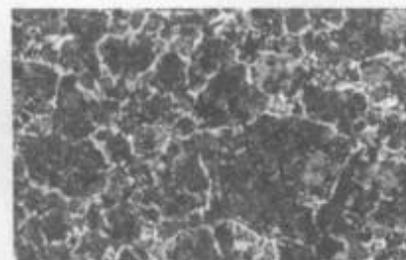
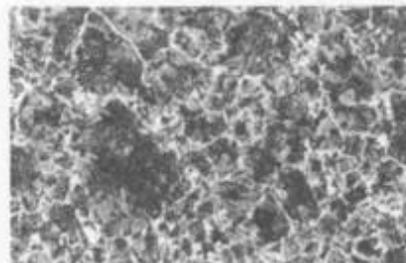
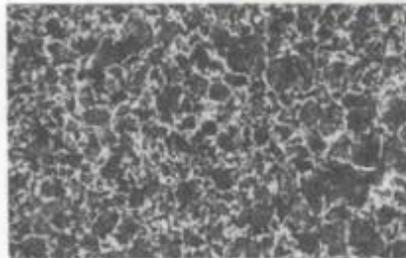


Figura 11 - Influência da temperatura de austenitização (A, B e C) sobre o tamanho de grão. Aumento: 100x. Ataque: Nital 4%.

A Figura 12 caracteriza a influência da temperatura de austenitização sobre o tamanho de grão após tempera.

Na microestrutura nota-se crescimento de grão com o aumento da temperatura de austenitização.

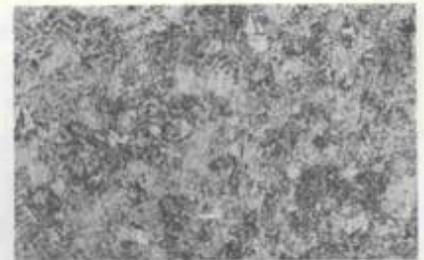
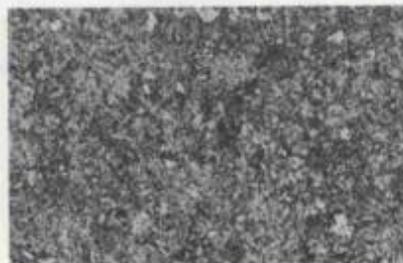


Figura 12 - Influência da temperatura de austenitização (A, B e C) sobre o tamanho do grão. Aumento: 100x. Ataque: Nital 4%.

A Figura 13 apresenta inclusões do tipo silicato no material. Como mostra esta figura, é de grande importância o controle de qualidade para compra de material, onde este controle pode refletir no sucesso ou fracasso de um determinado projeto.

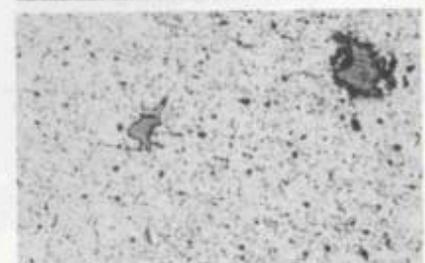
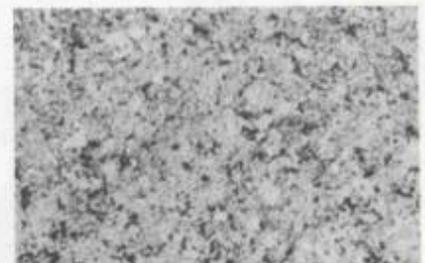


Figura 13 - Inclusões não metálicas na microestrutura em regiões diferentes (A, B). Aumento: 100x. Ataque: Nital 4%.

#### b) Ensaios Mecânicos

A Tabela II e Figuras 14 e 15 apresentam as propriedades mecânicas determinadas no aço ABNT 1045.

# Tratamento Térmico

Tabela II - Propriedades mecânicas do aço ABNT 1045 temperado, variando-se as temperaturas de austenitização e revenido.

| Temperatura Austenitização |                      | 600 °C     |            |          |      | 630 °C     |            |          |      | 660 °C     |            |          |      |
|----------------------------|----------------------|------------|------------|----------|------|------------|------------|----------|------|------------|------------|----------|------|
| Temperatura Revenido       | Propriedade Mecânica | $\sigma_R$ | $\sigma_S$ | $\delta$ | RC   | $\sigma_R$ | $\sigma_S$ | $\delta$ | HRC  | $\sigma_R$ | $\sigma_S$ | $\delta$ | HRC  |
|                            |                      | MPa        | MPa        | %        |      | MPa        | MPa        | %        |      | MPa        | MPa        | %        |      |
| 0 °C                       |                      | 752,3      | *          | *        | 61,0 | 466,1      | *          | *        | 58,5 | 395,7      | *          | *        | 57   |
| 220 °C                     |                      | 1909,4     | *          | *        | 53,5 | 1753,1     | *          | *        | 53,3 | 1663,5     | *          | *        | 53   |
| 400 °C                     |                      | 1333,1     | 1277,9     | 9,68     | 39,6 | 1314,7     | 1258,9     | 9,61     | 38,8 | 1305,7     | 1263,7     | 7,59     | 37,1 |
| 500 °C                     |                      | 778,2      | 691,5      | 17,97    | 21,6 | 772,3      | 679,0      | 16,82    | 21,1 | 767,6      | 656,6      | 23,08    | 19,3 |

(\*) A localização da ruptura nos corpos-de-prova não permitiu a determinação das propriedades.

| Propriedade Mecânica | MPa    | MPa    | $\delta$ % | $\psi$ % | HRC |
|----------------------|--------|--------|------------|----------|-----|
| Recozido             | 708,55 | 403,61 | 16,71      | 44,48    | 12  |

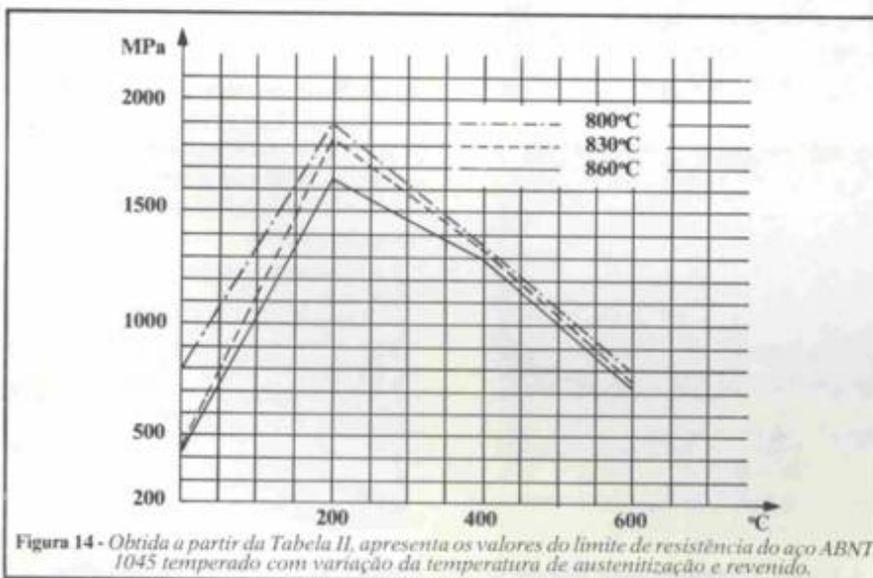


Figura 14 - Obtida a partir da Tabela II, apresenta os valores do limite de resistência do aço ABNT 1045 temperado com variação da temperatura de austenitização e revenido.

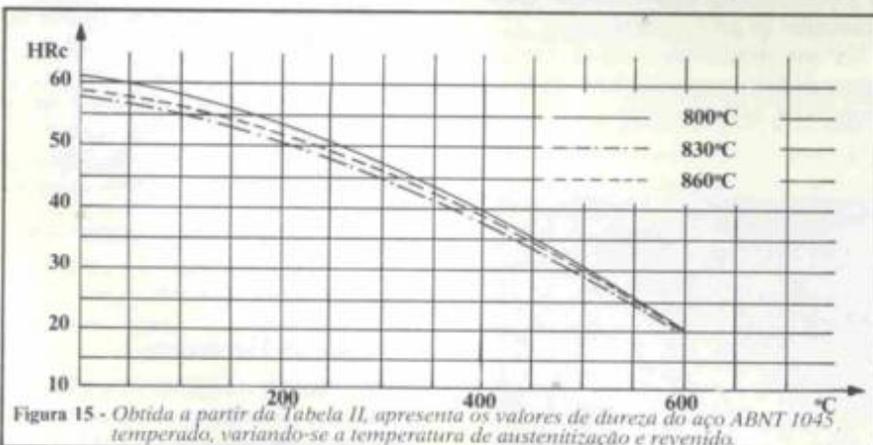


Figura 15 - Obtida a partir da Tabela II, apresenta os valores de dureza do aço ABNT 1045 temperado, variando-se a temperatura de austenitização e revenido.

Analisando as Figuras 13 e 14, observa-se que:

- O maior limite de resistência à tração no aço ABNT 1045 temperado se dará na temperatura de 200 °C, onde ocorre:

- o alívio das tensões do material provenientes do gradiente térmico entre a superfície e o núcleo da peça;
- alívio das tensões provenientes da transformação martensítica (cisalhamento dos planos cristalinos);
- precipitação do carboneto epsilon -  $\epsilon$  ( $Fe_{2-4}C$ ) com redução do teor de carbono (em torno de 0,25% C) na martensita, conforme literatura.

- Após o revenimento a 200 °C, ocorre redução no limite de tração do aço ABNT 1045. Esta redução deve-se à transformação da austenita retida em bainita e à decomposição da martensita em solução sólida e carbonetos (precipitados em área).

- Quanto maior a temperatura de austenitização, menor serão o limite de resistência à tração e a dureza no aço ABNT 1045. Conforme a Figura 11, com a elevação da temperatura de austenitização notou-se crescimento de grão com redução das propriedades mecânicas.

- Revenimento efetuado acima de 400 °C: a influência da temperatura de austenitização sobre o limite de resistência à tração não é significativa. Isto deve-se à similaridade das microestruturas que são constituídas por solução sólida  $\alpha$  e carbonetos (precipitados em área).

## Tratamento Térmico

- O aço ABNT 1045 temperado sem revenimento apresentou significativa redução do limite de resistência à tração, devido à presença de inclusões não-metálicas do tipo silicato.

- Na determinação do alongamento da redução de área e do limite de resistência ao escoamento, é necessário que o material sofra deformação plástica. Esta deformação foi prejudicada pela presença de inclusões, não possibilitando a determinação das propriedades mecânicas acima citadas.

### 5 - Conclusão

Com base nas experiências realizadas, conclui-se que:

- a elevação da temperatura de austenitização produz aumento no tamanho de grão e redução nas propriedades mecânicas;

- a máxima resistência à tração do material deu-se no estado temperado (a 800 °C) e revenido (a 200 °C);

- a maior dureza deu-se quando o material foi austenitizado a 800 °C;

- o aumento da temperatura de austenitização não traz variação significativa na dureza do material.

### Bibliografia

- 1 - HUME-ROTHERY, W. *Estruturas das Ligas de Ferro*. Editora Edgard Blucher Ltda. 1968, pags. 109 e 110.
- 2 - *Tabela Villares*
- 3 - CHIAVERINI, Vicente. *Aços e Ferros Fundidos*. ABM. 1984 - 5ª Edição.
- 4 - COLPAERT, Humbertus. *Metalografia dos Produtos Siderúrgicos Comuns*. IPT, 1974 3ª Edição, Editora Edgard Blucher.
- 5 - *Metals Handbook. Volume I, 8ª Edition*. American Society for Metals.
- 6 - Tratamento Térmico dos Aços. ETT

### Os autores



Dácio do Nascimento - é Técnico em Metalurgia formado pela Escola Técnica Tupy. Desde 1986 é Professor de Conformação de Metais, Metalografia e Ensaio Destrutivos e Não Destrutivos na Sociedade Educacional de Santa Catarina - Escola Técnica Tupy.



Orlando Preti - é Técnico em Metalurgia e Mecânica formado pela Escola Técnica Tupy. Professor de Ensaio Destrutivos e Não Destrutivos da Sociedade Educacional de Santa Catarina - Escola Técnica Tupy.



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

**QUALIDADE ASSEGURADA NAS INDUSTRIAS AUTOMOBILÍSTICAS**

Galvanoplastia RAGESI Ltda.

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



## 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 ganchos 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



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

# Influência de compostos orgânicos nas propriedades dos depósitos de níquel

Maria Antonia Zamith S. Costa / Márcia M. B. Garrido / Jorge Cabral Gaio / Antonio Geraldo

## Resumo

Com o objetivo de se estudar mais detalhadamente a influência de compostos orgânicos nas propriedades físicas dos depósitos de níquel, empregou-se a sacarina, como aditivo, no banho de sulfamato, visando observar modificações introduzidas nas características dos depósitos.

A solução de sulfamato de níquel é muito utilizada no processo de eletroformação, possibilitando a reprodução de peças de vários formatos por eletrodeposição.

Além disso, esta solução pode ser empregada na recuperação de peças desgastadas, produção de chapas finas, peças perfuradas, telas metálicas e, como substrato, na eletrodeposição de metais preciosos em componentes eletrônicos.

Com a introdução da sacarina obtiveram-se características interessantes nos depósitos, favorecendo a aplicação do metal para fins específicos.

## Abstract

With the aim to study with more details the influence of organic compounds on the properties of nickel deposits, saccharin was introduced in the solution, looking for interesting modifications.

The sulphamate solution is much

utilized in the electroforming process, covering parts of several shapes by electrodeposition.

Besides, this solution can be employed in the reclaim of worn parts, production of thin sheets, perforated plates, metallic screens and, as substrate, in the electrodeposition of precious metals for electronic components.

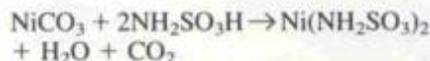
The addition of saccharin has produced essential features of the deposits, qualifying the metal for specific applications.

## 1 - Introdução

A utilização da solução de sulfamato de níquel tem uma vantagem sobre as de sulfato e cloreto, que também são utilizadas para a obtenção de depósitos de níquel, pois possui alta velocidade de deposição, larga faixa de densidade de corrente, sendo possível obter-se depósitos com baixa tensão interna e grande espessura.

As características essenciais da solução são similares às do sulfato de níquel; no entanto, as soluções de sulfamato tendem a se hidrolizar mais facilmente.

Sulfamato de níquel,  $\text{Ni}(\text{NH}_2\text{SO}_3)_2$ , é um sal de níquel do ácido sulfâmico, monobásico. É obtido pela reação do carbonato de níquel com ácido sulfâmico.



A presença do cloreto de níquel facilita o processo de corrosão anódica, sendo que nas soluções de sulfamato a concentração de cloreto é mais crítica do que nos banhos de sulfato. Uma quantidade de cloreto acima de 5g/l deve ser evitada, pois produz depósitos com alta tensão interna.

Este trabalho tem como finalidade estudar a influência da ortobenzo-sulfimida (sacarina) nas propriedades dos depósitos de níquel obtidos pela solução de sulfamato, que têm grande interesse comercial.

A sacarina é um composto orgânico cuja fórmula química é  $\text{CHCHCHCHCC}(\text{O})\text{NHSO}_2$  sendo utilizada como abrillantador no banho de níquel do tipo Watts. Em geral vem associada a um agente nivelador e a outro composto abrillantador, de menor eficiência. A sua utilização isolada no banho de sulfamato, permitiu estudar mais detalhadamente a sua influência sobre as características dos depósitos.

## 2 - Materiais e Métodos

### 2.1 - Materiais

O metal base utilizado no trabalho foi uma chapa de latão de 2mm de espessura, submetida a tratamento superficial para receber as camadas de níquel.

## Galvanoplastia

Preparou-se uma solução de sulfamato de níquel, adicionando-se quantidades variáveis de ortobenzo-sulfimida.

A composição da solução e condições de operação estão na Tabela 1.

| TABELA 1 - Composição e condições de operação |                       |
|---|-----------------------|
| Sulfamato de níquel .....                     | 340g/l                |
| Cloreto de níquel .....                       | 16g/l                 |
| Ácido bórico .....                            | 40g/l                 |
| Lauryl .....                                  | 0,05g/l               |
| Aditivo .....                                 | sacarina              |
| pH .....                                      | 4                     |
| Temperatura .....                             | 50 °C                 |
| Densidade de corrente .....                   | ≈ 20A/dm <sup>2</sup> |

### 2.2 - Métodos

Os efeitos da adição da sacarina foram estudados sobre espessura, microdureza, ductilidade, potencial catódico, e microestrutura das camadas depositadas. A variação da concentração do aditivo foi de 0,5 - 9,5 g/l. Foram utilizados os seguintes métodos para a determinação destas propriedades.

#### 2.2.1 - Espessura

A determinação da espessura da camada foi feita através de microscopia óptica, após preparação metalográfica.

Para a determinação da variação da espessura com a concentração do aditivo, fixou-se um tempo de depósito de 60 minutos.

#### 2.2.2 - Microdureza

Efetou-se a medição da microdureza Vickers das camadas de níquel com os vários teores de sacarina. A carga utilizada para a determinação foi de 20g.

Em soluções muito concentradas de sulfamato de níquel, sem aditivo, a dureza das camadas é influenciada pela densidade de corrente utilizada. Quanto mais baixa a densidade de corrente, obtêm-se camadas mais duras (Figura 1).<sup>(1)</sup>

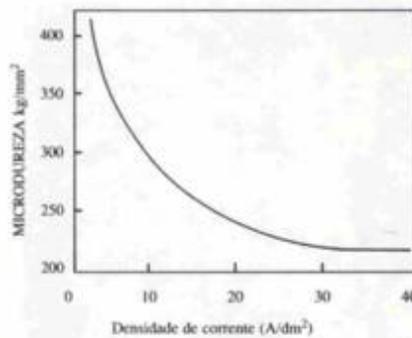


Figura 1 - Efeito da densidade de corrente na microdureza do níquel depositado de uma solução concentrada de sulfamato (1).<sup>(1)</sup>

#### 2.2.3 - Ductilidade

As camadas obtidas com os diversos teores de sacarina foram submetidas a testes de ductilidade conforme norma BS1224-1970. Foram preparadas tiras de latão com 150mm de comprimento, 10mm de largura e 1mm de espessura. As tiras de latão foram submetidas a tratamento térmico e recobertas com níquel. Em seguida as tiras foram dobradas sobre mandril de até 6mm de diâmetro, conservando-se as pontas paralelas. Observadas com um aumento de 10x, as camadas não apresentaram fissuras.

#### 2.2.4 - Potencial Catódico

A determinação das curvas de polarização catódica fornece informações sobre o comportamento das camadas com a adição de compostos específicos. Foram levantadas curvas com amostras sem sacarina e com 0,5g/l e 2g/l, 7g/l e 9,5g/l de sacarina.

No banho do tipo Watts a sacarina não tem influência sobre o potencial catódico<sup>(1)</sup>, somente o agente nivelador ocasiona um desvio na curva.

#### 2.2.5 - Microestrutura

Para observação das amostras, utilizou-se um microscópio óptico da ZEISS e um microscópio eletrônico de varredura - CAMBRIDGE.

Foram efetuados cortes transversais e longitudinais, observando-se as camadas após preparação metalográfica.

As camadas foram submetidas a tratamento térmico, com a finalidade de se detectar a presença do enxofre.

## 3 - Resultados

### 3.1 - Espessura

Pode-se observar pela Tabela 2 que, aumentando-se o teor de aditivo há um acréscimo na espessura da camada, atingindo um valor máximo entre 6 e 7g/l de sacarina.

Após esta concentração, há uma redução da espessura da camada, indicando que, após certo teor na solução, a sacarina não atua de modo eficaz na velocidade de deposição.

| Tabela 2 - Variação da Espessura (60 min) |                |
|---|----------------|
| ADITIVO (g/l)                             | ESPESSURA (µm) |
| -   | 30             |
| 0,5                                       | 30             |
| 1,0                                       | 30             |
| 2,0                                       | 33             |
| 3,0                                       | 53             |
| 4,0                                       | 42             |
| 5,0                                       | 62             |
| 6,0                                       | 70             |
| 7,0                                       | 70             |
| 8,0                                       | 30             |
| 9,0                                       | 30             |
| 9,5                                       | 22             |

### 3.2 - Microdureza

Pela Tabela 3 pode-se observar o aumento gradativo da microdureza da camada até um valor máximo de 468 kg/mm<sup>2</sup> com um teor de 7g/l de sacarina. Após esta concentração, a microdureza tende a diminuir.

| Tabela 3 - Variação da Microdureza |   |
|------------------------------------|---|
| ADITIVO (g/l)                      | MICRODUREZA VICKERS (kg/mm <sup>2</sup> ) |
| -                                  | 280                                       |
| 0,5                                | 374                                       |
| 1,0                                | 414                                       |
| 2,0                                | 404                                       |
| 3,0                                | 405                                       |
| 4,0                                | 414                                       |
| 5,0                                | 435                                       |
| 6,0                                | 435                                       |
| 7,0                                | 468                                       |
| 8,0                                | 391                                       |
| 9,0                                | 431                                       |
| 9,5                                | 434                                       |



Figura 2 - Fotomicrografia de camada de níquel com 2,5g/l de sacarina após o teste de ductilidade. Aumento - 1000x



Figura 3 - Fotomicrografia da camada de níquel com 7g/l de sacarina após o teste de ductilidade. Aumento - 400x

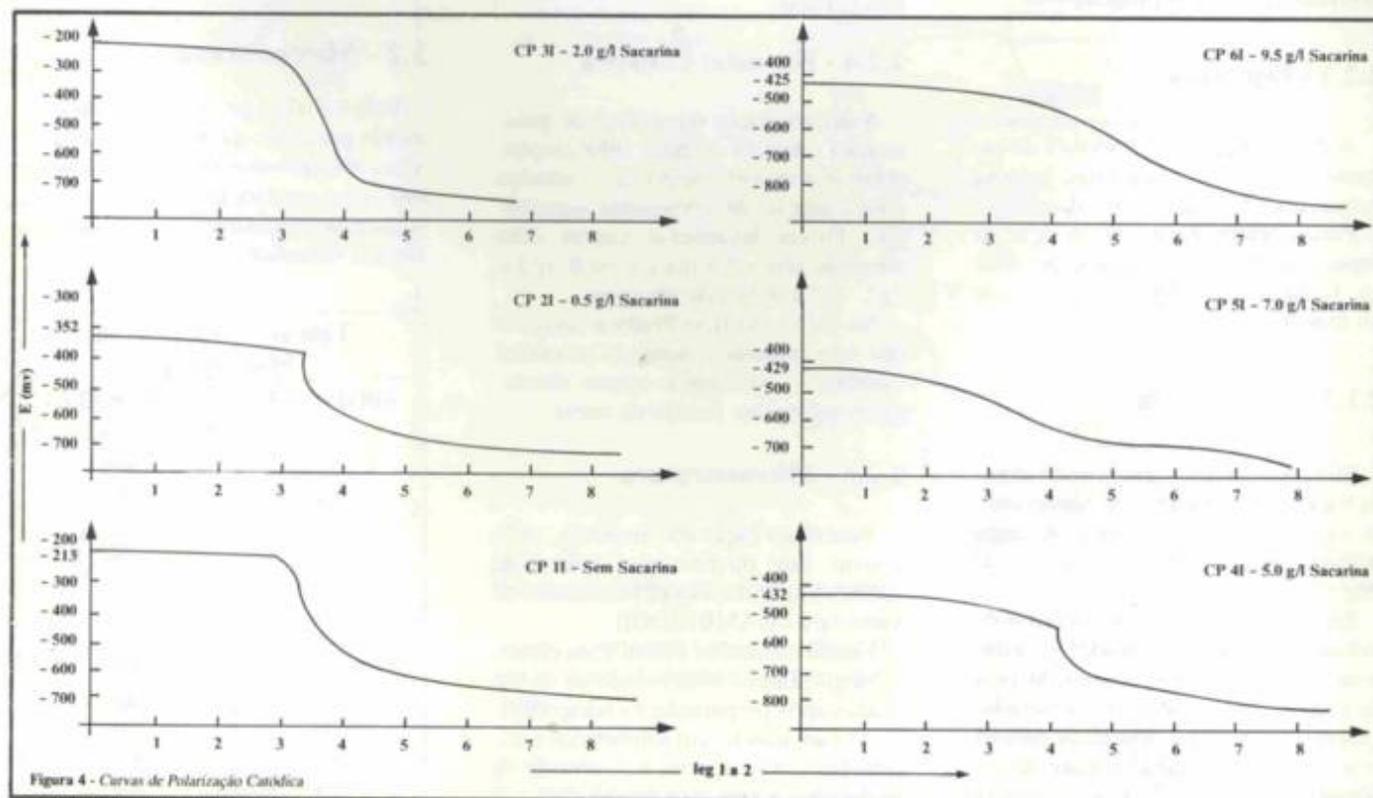
### 3.3 - Ductilidade

As camadas de níquel, obtidas com teores variados de aditivo, apresentaram boa ductilidade. Com o aumento de 10x não se nota alteração na camada, após dobramento. No entanto, para uma análise mais detalhada, as camadas foram observadas com um aumento maior (Figuras 2 e 3). Pode-se notar a deformação do grão e fissuras nas camadas de níquel, na região do dobramento.

### 3.4 - Potencial Catódico

Determinou-se a curva de potencial catódico de cada solução com os teores variados de sacarina, com a finalidade de se relacionar seu comportamento com algumas propriedades, além de se observar o efeito do aditivo nas curvas de polarização de cada solução.

Na solução de sulfamato, as curvas de polarização das soluções sem aditivo com 0,5 g/l e com 2,0 g/l apresentaram uma pequena inclinação. À medida que se adiciona a sacarina, esta inclinação sofre alteração até que, ao atingir 7,0 g/l do aditivo, há uma estabilização (Figura 4).



## Galvanoplastia

atp@ppl.com.br

## 3.5 - Microestrutura

Em geral os depósitos de níquel obtidos pelos banhos de sulfamato e de Watts sem aditivos, apresentam estrutura colunar (Figura 5). A adição de compostos ocasiona alterações microestruturais que proporcionam obter certas características nos depósitos. Foram efetuados cortes transversais e longitudinais, observando-se as camadas através de microscopia óptica e de varredura.

Com a adição de 0,5 g/l do composto à solução, já se pode observar uma transformação microestrutural (Figura 6), com redução do tamanho dos grãos colunares. Com o aumento da concentração do aditivo vai ocorrendo uma variação da espessura da camada e uma redução do tamanho de grão, produzindo depósitos brilhantes e com baixa porosidade. Isto pode ser observado também nas amostras utilizadas para a determinação da curva de polarização catódica. À medida que o teor da sacarina aumenta no banho, as amostras vão sendo cada vez menos atacadas superficialmente durante o processo, sendo que o depósito proveniente do banho com 7g/l de sacarina apresenta superfície brilhante após a determinação da curva. O teor de 7g/l de aditivo fornece depósitos espessos, brilhantes, relativamente duros e com boa ductilidade. A microestrutura já é do tipo alinhada, perdendo qualquer característica colunar (Figura 7).

Os depósitos foram submetidos a tratamento térmico com o intuito de observar o efeito da temperatura na microestrutura do depósito. Fez-se tratamento térmico a 700 °C pelo período de 30 min, 60 min e 90 min. Com 30 min de tratamento térmico já há um início de precipitação nos contornos de grão (Figura 8). Com os tempos de 60 min e 90 min, pode-se observar com mais nitidez os sulfetos cinzas nos contornos de grão (Figura 9).

Com o propósito de observar o comportamento do sulfeto no depósito, aumentou-se a temperatura do tratamento térmico para 800 °C, permanecendo o tempo de 60 min (Figura 10). O resultado foi o aparecimento de mais campos cinzas, além dos de contornos de grão. No entanto, a esta temperatura há uma fragilização muito grande da camada.

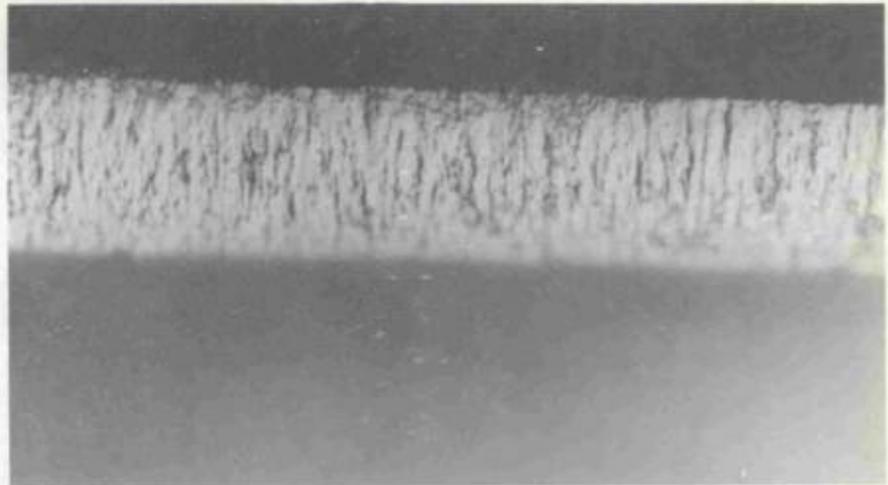


Figura 5 - Fotomicrografia da camada de níquel sem aditivo (fosco)  
Aumento - 1000x  
Espessura - 20  $\mu$ m

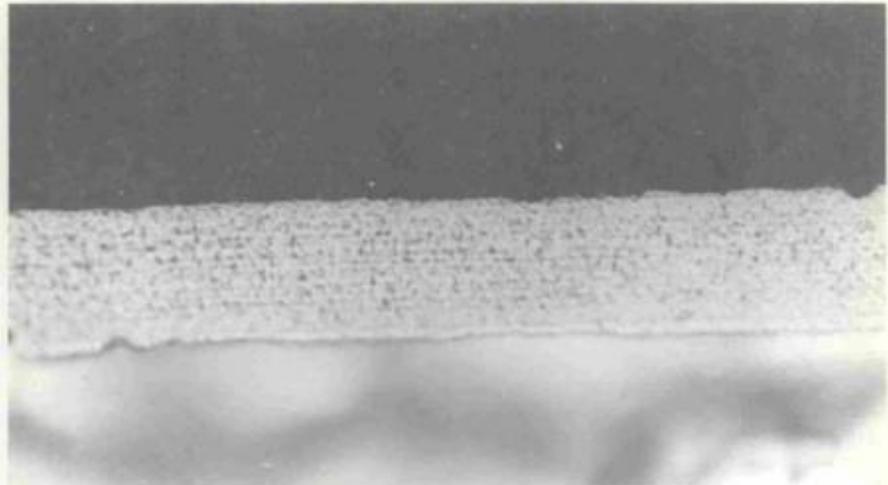


Figura 6 - Fotomicrografia da camada de níquel com 0,5g/l de sacarina.  
Aumento - 1000x  
Espessura - 20  $\mu$ m

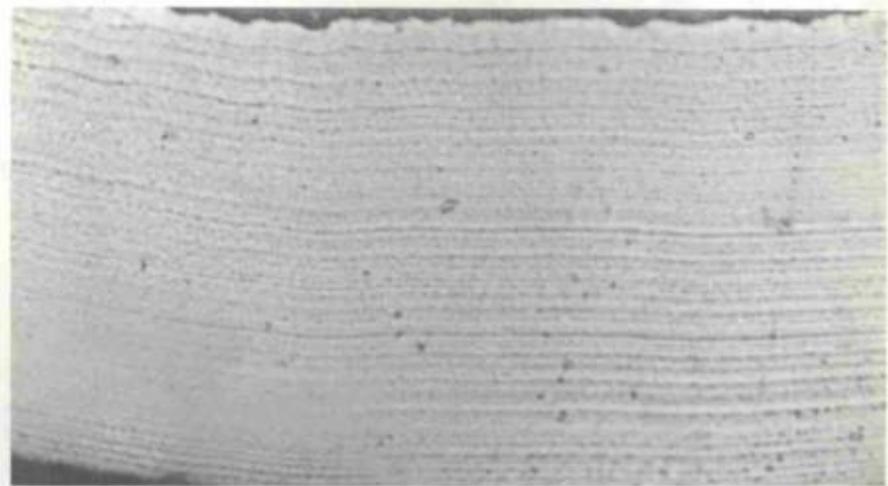


Figura 7 - Fotomicrografia da camada de níquel com 7g/l de sacarina.  
Aumento - 1000x  
Espessura - 6,3  $\mu$ m

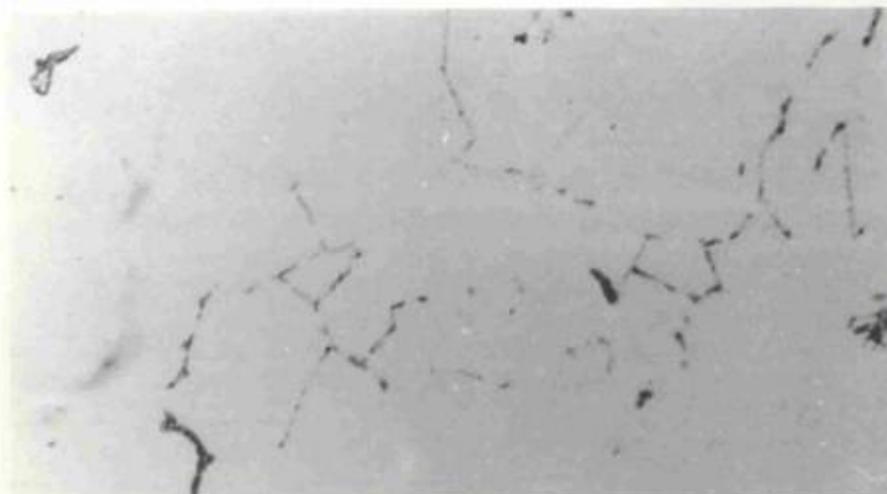


Figura 8 - Fotomicrografia da camada de níquel com 7g/l de sacarina - Tratamento térmico a 700 °C - 30 min - Aumento - 400x

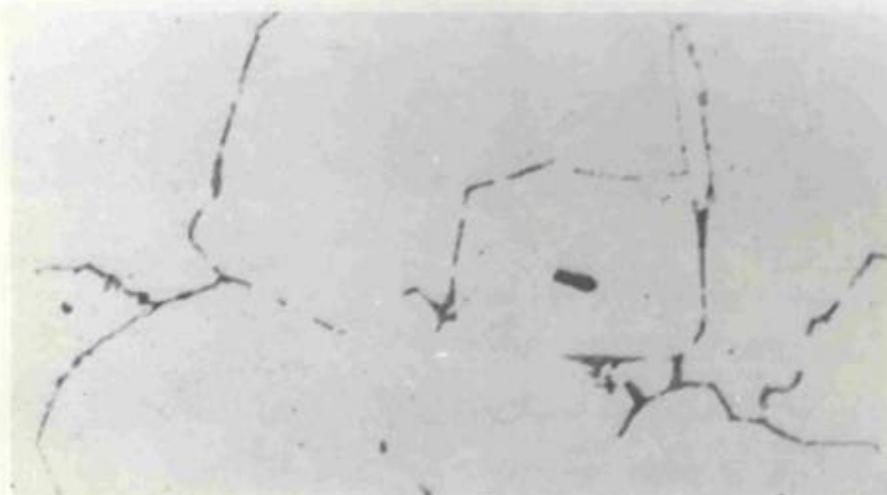


Figura 9 - Fotomicrografia da camada de níquel com 7g/l de sacarina - Tratamento térmico a 700 °C - 60 min - Aumento - 400x

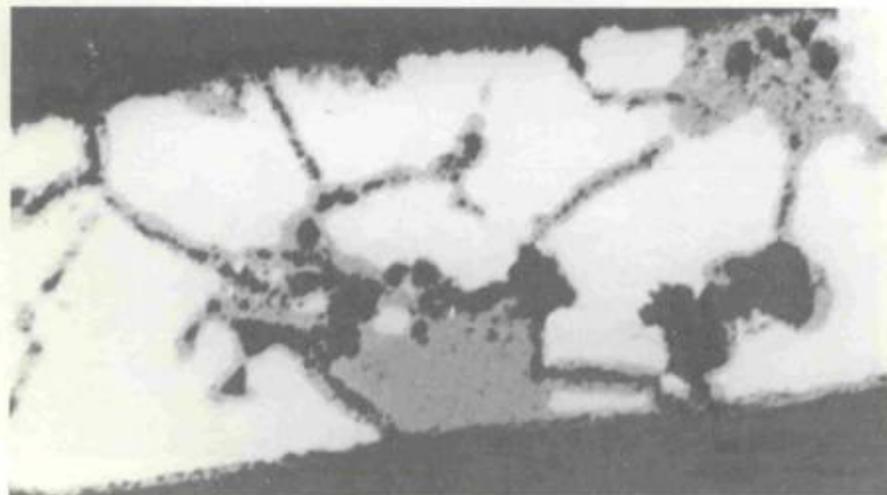


Figura 10 - Fotomicrografia da camada de níquel com 7g/l de sacarina - Tratamento térmico a 800 °C - 60 min - Aumento - 400x

#### 4 - Discussões

Quando a sacarina é utilizada associada a outro composto orgânico, há uma maior incorporação de enxofre na camada, podendo prejudicar alguma das características do níquel depositado. No caso de ser utilizada isoladamente, a incorporação do enxofre no depósito não aumenta proporcionalmente ao aumento da concentração da sacarina na solução.

A sua influência sobre a espessura da camada só se faz sentir após 2g/l do composto, atinge um máximo com 7 g/l, sendo pouco significativa após este teor. Isto pode ser ocasionado por uma inibição na deposição dos cristais de níquel com pouca influência na inclinação da curva de potencial catódico como demonstra a Figura 4. É possível aplicar depósitos em peças que necessitam ser retificadas posteriormente, devido às camadas espessas que são obtidas.

A introdução do enxofre no depósito ocasiona um aumento da microdureza, que pode ser observada na Tabela 3. No entanto, esta microdureza pode ser alterada, ainda, pelos fatores de concentração de sal de níquel e de densidade de corrente. Neste trabalho prefere-se manter uma concentração de sal mais baixa e aumentar a dureza pela introdução de aditivo orgânico, pois é mais econômico.

Todas as camadas apresentaram boa ductilidade, sendo ainda retiradas com facilidade e sem danos de peças metálicas de formato irregular após eletrodeposição, indicando um bom poder de penetração.

Observando-se a curva de polarização catódica da amostra obtida sem aditivo, pode-se notar que a sua inclinação inicial vai sofrendo modificações com a variação de concentração do composto. Com 7,0g/l de sacarina não há praticamente alterações na curva, indicando uma maior resistência à corrosão, confirmada pela aparência da amostra após o teste.

O teor de 7,0g/l ocasiona transformações microestruturais, havendo uma redução do tamanho de grão, com diminuição da porosidade. A amostra com 9,5g/l do composto também não teve a sua superfície atacada.

## Galvanoplastia

Então, pela determinação da curva de polarização pode-se determinar a concentração ideal de aditivo que produz camadas mais resistentes à corrosão.

A superfície dos depósitos obtidos com vários teores de aditivo foi examinada por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Podem-se notar as modificações da superfície dos depósitos através da seqüência de fotomicrografias das Figuras 11 - 16, em que há uma espécie de adensamento, tornando-a menos porosa.

A camada de níquel foi analisada por fluorescência de raios X mostrando-se ser praticamente pura, com traços de Cu, Zn, Fe, Co e S. Efetuou-se também a análise química de enxofre nas camadas depositadas, variando entre 0,019% e 0,067%.



Figura 11 - Fotomicrografia da superfície da camada de níquel sem sacarina. (MEV) Aumento - 5000x



Figura 12 - Fotomicrografia da superfície da camada de níquel com 0,5g/l de sacarina. (MEV) Aumento - 5000x

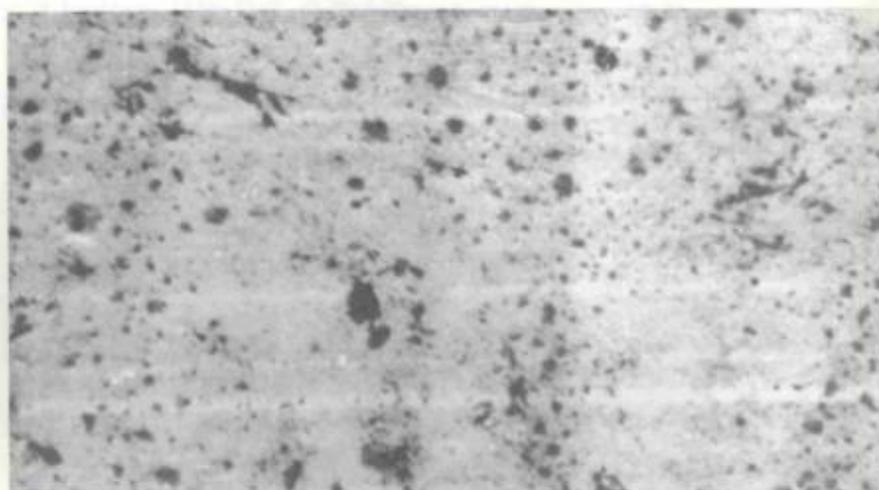


Figura 13 - Fotomicrografia da camada de níquel com 2,0g/l de sacarina. (MEV) Aumento - 2000x

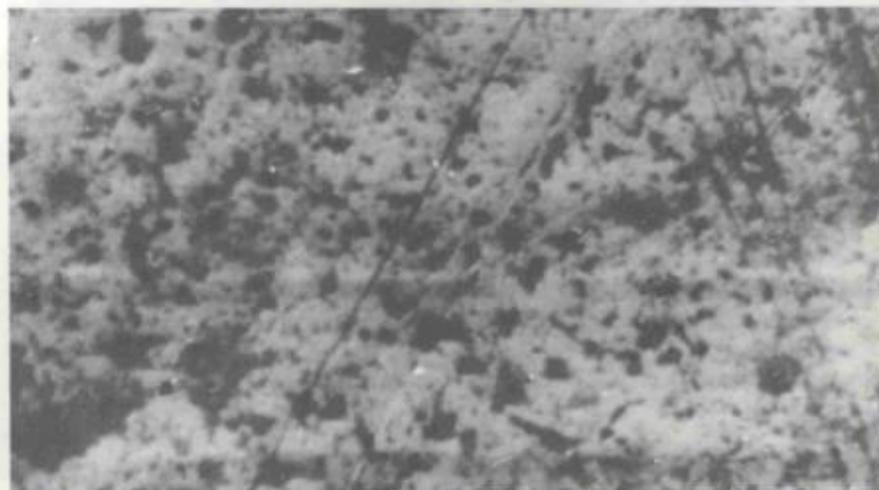


Figura 14 - Fotomicrografia da superfície da camada de níquel com 5,0g/l de sacarina. (MEV) Aumento - 5000x

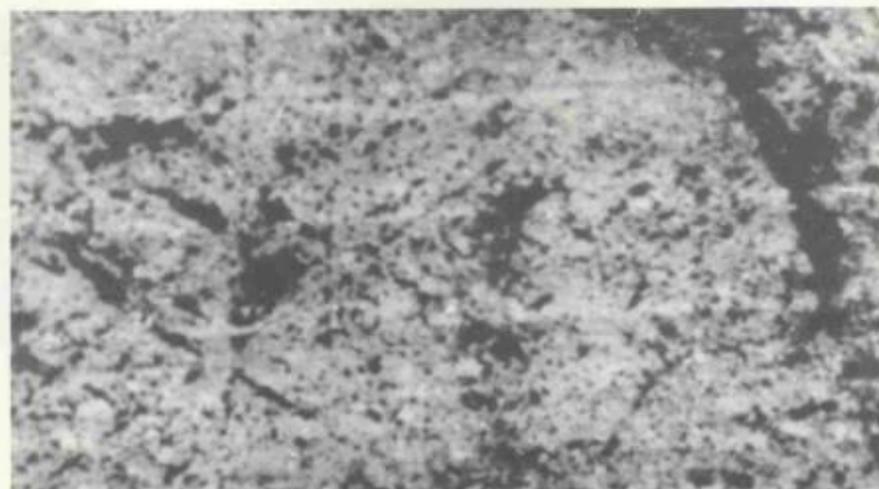


Figura 15 - Fotomicrografia da superfície da camada de níquel com 7,0g/l de sacarina. (MEV) Aumento - 2000x

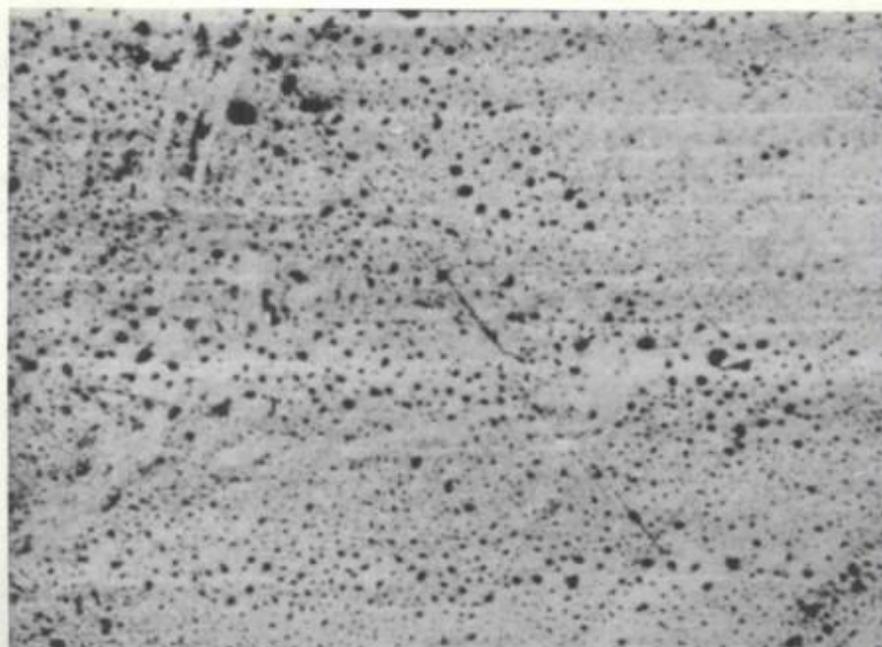


Figura 16 - Fotomicrografia da superfície da camada de níquel com 9,5g/l de sacarina. (MEV) Aumento - 2000x

## 5 - Conclusão

Com a introdução da sacarina foi possível melhorar as propriedades da camada sem haver necessidade de aumentar a concentração de sulfamato de níquel, que é um composto caro. Obtiveram-se camadas espessas com até 0,2mm de espessura, boa ductilidade e brilho.

É um tipo de depósito que tanto pode ser utilizado como decorativo como em eletroformação ou, ainda, quando se deseja níquel puro, como em pentes de circuito impresso.

A manutenção da solução é simples. Ela apresenta boa estabilidade, fornecendo depósitos com boa aderência ao metal base.

Com o emprego de aditivos em banhos, pode-se satisfazer exigências específicas, adquirindo, deste modo, uma certa autonomia nesta área, eliminando a necessidade de se recorrer a produtos industrializados dos quais não se tem acesso à composição.

## 6 - Colaboradores

Laboratório de Fotografia - DEMA/  
DIVEN/IEN  
Divisão de Apoio Químico - IEN

## 7 - Bibliografia

- DENIS SUCH, *Nickel and Chromium Plating*, 1972
- B.B. KNAPP, *Notes on Nickel Plating from Sulphamate Solutions*, Dec; 1971
- METAL FINISHING, *Guidebook and Directory Issue*, 1982
- LOWENHEIN, *Modern Electroplating*, 1966.
- WILLIAM BLUM AND G.B. HOGARBOOM, *Principles of Electroplating and Electroforming*, 1949

## Os autores



Maria Antonia Zamith da Silva Costa - Química e Pesquisadora é Chefe da Divisão de Corrosão e Tratamento Superficial do DEMA/IEN.

Márcia Maria Barroso Rodrigues Garrido - Técnica de Química do Laboratório de Eletrodeposição e Tratamento Superficial do DEMA/IEN.



Jorge Cabral Gaio - Técnico de Química do Laboratório de Corrosão e Tratamento Superficial do DEMA/IEN.



Antonio Geraldo - Técnico de Laboratório de Metalurgia DEMA/IEN.

## Notícias e Mercado

## Representante brasileiro faz a abertura do "Electrocoat 90"

O mercado de tintas na América do Sul vem apresentando crescimento significativo nos últimos anos e atualmente contribui com 6% da demanda total de tintas no contexto mundial." A afirmação foi feita por Nilo Martire Neto, gerente do Laboratório de Eletroforese das Empresas de Tintas Renner São Paulo, durante a palestra com que abriu o congresso "Electrocoat 90", realizado entre os dias 13 e 15 de março em Cincinnati (Ohio), nos Estados Unidos.

Representando o Brasil, entre mais de dez países que compareceram ao evento, Nilo Martire expôs um trabalho sobre o mercado de tintas da América do Sul, no que diz respeito à tecnologia que vem sendo utilizada, particularmente do uso da tinta eletroforética. Em sua opinião, o crescimento do mercado sul-americano constatado nos últimos anos variou de país para país, no entanto, especificamente tratando-se de eletrodeposição, cabem destaques para o

Brasil e para a Argentina. Acrescentando que "com respeito a eletroforese, seu principal uso reside na indústria automobilística, com 82% e na de auto-peças, com 17%".

Martire ressalta ainda que "num contexto geral, 39% das tecnologias de eletroforese praticadas na América do Sul pertencem ao tipo catódico, ficando o restante com o tipo anódico, levando-se em consideração o número de tanques existentes. Seguindo este mesmo critério, 38% correspondem ao tipo catódico baixa espessura de dois componentes, 31% ao tipo catódico alta espessura de dois componentes e os outros 31% dividem-se nas tecnologias de alta espessura de um componente".

Pela distribuição dos tanques de eletroforese, a Volkswagen, a primeira a adotar a eletrodeposição no Brasil, no início de 1968, é a principal consumidora desse sistema de pintura. Quanto à eletrodeposição catódica - o sistema mais avançado e que assegura uma grande resistência à corrosão -, a Ford do Brasil foi a primeira empresa a utilizá-la, em 1978, seguida pela General Motors, em 79. Atualmente, estamos na terceira geração da eletroforese catódica, isto é, o material de alta camada,

sendo inicialmente utilizado em 85, através da Fiat e da GM.

Na oportunidade, Nilo Martire fez ainda um breve relato histórico das indústrias de tintas na América do Sul, particularmente do Brasil, que iniciaram suas produções há mais de 100 anos. "Durante esse tempo, algumas indústrias assumiram a liderança do mercado. Hoje, existem aproximadamente 300 empresas de tintas que desenvolveram tecnologias ao mesmo nível exigido pelos outros mercados, 200 fábricas estão localizadas em São Paulo e respondem por aproximadamente 65% da produção total do país. Apesar do grande número de fabricantes, cerca de 80% do mercado, em volume, está distribuído entre quatro grandes empresas ou conglomerados", afirmou ele.

O "Electrocoat 90" registrou o comparecimento de mais de dez países, entre eles, Estados Unidos, Canadá, México, Japão, Itália, Alemanha e França, reunindo cerca de 600 técnicos e especialistas ligados à área de marketing e desenvolvimento dos fabricantes de tintas, fosfatização, equipamentos de pintura e laboratório, além de grande número de usuários.

## Refinaria Ipiranga tem novo Diretor Superintendente

Fernando Cardone da Senhora, engenheiro mecânico de 50 anos, assume na Ipiranga um cargo que historicamente sempre foi ocupado por pessoas ligadas ao controle acionário do grupo, o de Diretor Superintendente da Refinaria de Petróleo Ipiranga.

Cardone está há 27 anos na Ipiranga e trabalhava na Companhia Brasileira de Petróleo Ipiranga, uma das distribuidoras do grupo, antes de ser convidado para ser Diretor Adjunto da Refinaria, posto que ocupava até assumir a Superintendência.

A Refinaria Ipiranga, que Cardone assume, foi fundada em 1937 e es-

tá localizada na cidade de Rio Grande (RS). Ela é uma das pioneiras no refino de petróleo e uma das duas únicas refinarias privadas em atividade no país. Com capacidade para refinar 9.300 barris diários de petróleo, a Refinaria Ipiranga tem uma vasta linha de produtos, como gasolina, óleo diesel, querosene, solventes e graxas, que produz um faturamento anual em torno de 110 milhões de dólares.

Cardone vem substituir Roberto Bastos Tellechea Filho, representante de uma das cinco famílias que detém o controle acionário das Empresas Petróleo Ipiranga e que passa a se dedicar exclusivamente aos órgãos máximos de decisão da corporação, dando seqüência a estrutura organizacional implantada pela Ipiranga, que prevê a profissionalização de todo o grupo.



Fernando Cardone da Senhora

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

**COMPOSTO B-33**  
Cromatização **AZUL** brilhante  
técnica, beleza e resistência  
Certificado de Garantia  
Autolatina – 72 horas de Salt-Spray



**UNIBETHA Química LTDA.**

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

AGENTEC

PROPAGANDA/MARKETING/  
MERCHANDISING/RELAÇÕES  
PÚBLICAS/ASSESSORIA DE  
IMPrensa

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

**AGENTEC**

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

**TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE,  
TECNOLOGIA  
HEF**



A HEF do Brasil, além de fornecer sais e produtos para Tratamento Térmico e de Superfície, está também presente na prestação de serviços, com a mesma rapidez e confiabilidade de atendimento. Os processos SURSULF, OXYNIT, FOREZ, VERNIZES ESPECIAIS, FOSFATIZAÇÃO, OXIDAÇÃO PRETA, resolvem seus problemas de atrito,

desgaste, corrosão, engripamento e fadiga, conferindo à sua peça o melhor desempenho.

HEF DO BRASIL  
Industrial Ltda.



Estrada do Rufino, 89 - Serraria  
CEP: 09080 - Diadema - SP  
Fone: (011) 456-4433  
Telex: 11 44887 PAQJ BR  
Fax: (011) 456-2502

# 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

# UNIBETHA

## TÉCNICA E PRECISÃO

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



**UNIBETHA Química LTDA.**

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

# Julho: mês de comemorações

## Unibetha Química completa 3 anos de sucesso

Com apenas 3 anos completados no mês de julho, a Unibetha Química consolida-se como uma empresa de sucesso, voltada para a qualidade de processos galvânicos e, principalmente, ao atendimento personalizado aos clientes.

"É fundamental acompanhar a cada dia o mercado, a crise e as dificuldades econômicas do país, para que tenhamos um objetivo em comum: que é entender e o que é melhor para os dois, fornecedores e consumidores. Nosso trabalho e amor, colocados em cada grama industrializado, traz certeza e confiabilidade de que o preço e as condições de pagamento maleáveis que praticamos não interferem na qualidade e na mistura do produto".

Hoje, a Unibetha Química possui mais de 70 itens manufaturados e matéria-prima purificada, abrangendo a linha de sais, desengraxantes e cromos de alta regulagem. Com laboratório completo, investindo sempre na análise de novos produtos, torna-se prestigiada e competitiva num mercado de expansão.

"A estratégia adotada nestes anos foi de uma política de preços adaptáveis às intempéries econômicas", justifica José Carlos Funes, diretor comercial.

A Unibetha agradece a seus fornecedores, amigos e clientes pelo sucesso alcançado e juntos comemoram seu terceiro ano de solidez e competência empresarial.



*José Carlos Funes - Diretor Comercial*



*Laboratório Unibetha*

## Qualidade assegurada há 30 anos

### Posição consolidada no mercado

Nos 30 anos de existência completados no último mês de julho, a Galvanoplastia Ragesi Ltda. vem se destacando na área galvânica pelo desenvolvimento e incorporação de novas tecnologias. No início era na Lapa, bairro da capital paulista, uma pequena empresa fundada por três espanhóis de sobrenomes: RAgolta, GEbaille e SIquier – (RAGESI) – que trabalhava com cromo duro.

Após 13 anos, com a saída dos demais sócios, Luiz Ragoita associa-se a Wilson Lobo da Veiga, reforçando uma política de caráter e responsabilidade para com o parque industrial da época. Hoje, com sede própria, evoluiu para outros acabamentos de superfície como: cromação de plástico, níquel químico, banhos de estanho, cromação e zincagem de metais, adaptando-se às necessidades do mercado.

Para os sócios, Luis e Wilson, a qualidade está intrínseca no pensamento da cúpula que a transmite a todas as partes envolvidas no processo, numa sistemática que começa a partir da aquisição da matéria-prima de 1ª linha, e na correção diária, através de análise de laboratório, garantindo uniformidade ao processo.

Como complemento das análises acima é feito o CEP – Controle Estatístico de Processo –, um sistema moderno e internacional que permite, através de gráficos, o controle de todo o processo galvânico, através de gráficos, o controle de todo o processo galvânico. Wilson Lobo da Veiga afirma que, além da qualidade, existe cuidados especiais na embalagem e do produto no manuseio até sua entrega.

A Ragesi tem como clientes as maiores indústrias do setor automobilístico, informática e muitas outras que necessitam de acabamentos com qualidade.

“Nunca sacrificamos a qualidade para aumentar o lucro, preferimos diminuir o lucro que a qualidade”.

Luis Ragoita



Wilson Lobo da Veiga – diretor



Laboratório Ragesi

## Aquatec amplia linha de polímeros

A partir do próximo mês, a Aquatec Química S/A estará produzindo, em escala industrial, os novos produtos da linha de Polímeros para Tratamentos de Águas, tornando ainda melhor o atendimento a este setor.

Esses produtos completam a série já existente, ampliando as vantagens técnicas de aplicação, uma vez que são produtos mais específicos, e tendo como conseqüências melhores desempenhos e menores custos.

Os polímeros, ou mais especificamente os polieletrólitos, são compostos orgânicos de peso molecular e tamanho de cadeia variáveis, muito utilizados na separação de sólidos em líquidos. Eles oferecem uma extensa aplicação em todos os segmentos industriais e urbanos onde seja necessário o tratamento de águas e efluentes.

A produção industrial desta nova gama de produtos é resultado da associação entre a Aquatec-Brasil e a Floerger-França, sendo esta última a detentora da moderna tecnologia de fabricação de polímeros.

## CESTAS ANÓDICAS DE TITÂNIO



O desenho das Cestas Roger, foi desenvolvido para se obter uma melhor distribuição de corrente mais forte, proporcionando uma longa duração, preço baixo e diminuindo o custo final do seu produto.

Equipamentos para galvanoplastia "ROGER":

- Retificadores/Reostatos/Centrífugas/Bombas-Filtros/Tanques de Ferro ou PP/Rotativos/Montagens e Manutenção de Equipamentos.
- Solicite Folhetos Técnicos.



### INDÚSTRIA GALVANOMECÂNICA ROGER LTDA.

Equipamentos e Produtos Para Tratamento Superficial de Metal

End. Fábrica: Av. Getúlio Vargas S/nº - Arujá - São Paulo

SP - Tel.: 466.0035 - Cep: 07400

Escritório: R. Cachoeira, 1624 - São Paulo - SP

Tel.: 948.5366 - Cep: 03024

O Caderno de Marketing é uma publicação da AGENTEC - Agência Técnica de Comunicação Ltda., sob a responsabilidade de Marcelo A. Scantimburgo. As correspondências deverão ser encaminhadas para a AGENTEC - Rua Crasso, 160 - São Paulo (SP) - CEP 05043 - Tels.: (011) 263.3839 e 864.9262 Fax (011) 220.9986 - Telex.: 11 23.107 QSTA.

## Novos produtos

### Bombas de Diafragmas Wilden em Teflon PFA

O desenvolvimento do Teflon PFA (Per Fluoro Alkoxy) pela Dupont permitiu a Wilden fabricar as bombas M1 e M4 em Teflon, pois o PFA é injetável tal como o polipropileno e PVDF, materiais já usados para fabricação destas bombas. O Teflon PTFE, de geração anterior não o é.

O PFA possui outra vantagem em relação ao PTFE: maior estabilidade dimensional quando submetido à altas temperaturas e ao esforço mecânico sua tendência ao escoamento a frio ("creep") é menor que a do PTFE.

A M1 e M4 em PFA se destinam às seguintes aplicações na área de semicondutores, química fina ou farmacêutica:

- bombeamento de ácidos, bases e solventes com a mesma bomba;
- transferência de ácidos à altas temperaturas (até 104°C);

- bombeamento de água deionizada e produtos para consumo humano que devem ser mantidos ultrapuros.

Todas as bombas de Teflon PFA são testadas com água filtrada, esterilizadas com solução de peróxido de hidrogênio 3% e despachadas dentro de saco plástico de polietileno selado.

Como em todas as bombas Wilden as peças móveis são poucas e robustas reduzindo o custo da manutenção e a frequência de interrupções da produção.

TETRALON Ind. Com. Ltda.

## Placa Agitadora com Aquecimento Corning

Esse equipamento, que corresponde ao modelo aperfeiçoado do que é comercializado no exterior há 20 anos pela Corning, tem capacidade de mudar o controle de temperatura e velocidade de agitação de líquidos em laboratórios a níveis acima do normal. Dessa forma, permite ajustes finos na variação da temperatura da solução, entre 65 e 510°C e da agitação, entre 150 e 1.800 rpm, com precisão absoluta. Essas funções garantem o domínio completo das temperaturas e das rotações para diversas substâncias.

O aparelho é composto por placa de Pyroceram, que proporciona uma distribuição uniforme de calor, tem alta resistência mecânica, química e térmica; além de oferecer maior oposição aos problemas de corrosão.

A Placa Agitadora tem, ainda, motor construído com know-how americano e tecnologia avançada, proporcionando uma vida útil mais prolongada e condições de suportar até 30 kg.

O produto apresenta luz indicadora de aquecimento que pulsa na proporção de calor gerado e permite, também, o acoplamento de uma haste na placa para suporte de termômetro, eletrodo, bureta ou qualquer outra aplicação necessária.

**CORNING Brasil** - Vidros Especiais Ltda.

## Booster 305

Aditivo líquido concentrado, especialmente indicado para processos de oxidação negra sobre aços, permite operar em menores temperaturas e tempo reduzido. O seu uso garante maior uniformidade da camada de óxido férrico e neutraliza os efeitos dos agentes contaminantes na solução de oxidação.

**ORWEC Química S/A.**

## Espectrofotômetro Ultra Violeta Visível

O CG UV-8000 é um espectrofotômetro ultra violeta visível (190 e 1000nm) com capacidade de varredura automática. Destinado aos laboratórios de controle e desenvolvimento, permite análises qualitativas e quantitativas de farmacos, pesticidas, alimentos, metais, efluentes industriais, produtos toxicológicos, etc.

Seu revolucionário sistema ótico possibilita determinações com níveis de sensibilidade e linearidade até agora não disponíveis.

Totalmente controlado por um microprocessador central, apresenta software para medidas em comprimentos de onda, armazenagem de até dez métodos analíticos completos, memória para até 32 espectros, manipulação de espectros e ainda uma série de facilidades operacionais tais como: registrador gráfico, microcomputador e bomba para operação com fluxo contínuo.

**Instrumentos Científicos C.G. Ltda.**

## Coluna para lavagem de gases residuais

Partindo de uma especificação japonesa, a Aflon desenvolveu e montou na planta da Cinal em Maceió (AL) uma coluna para lavagem de gases residuais.

Construída com matérias-primas nobres que apresentam alto índice de resistência, como o aço carbono e o encamisamento em Politetrafluoretileno (Teflon), a coluna tem 4mm de espessura.

Apresentando como características básicas 14m de altura e 1,10m de diâmetro, esta coluna de lavagem trabalha numa pressão de 2kgf/cm<sup>2</sup> e em temperatura que oscila entre 130 e 140°C.

**Mercantil e Industrial Aflon** Artefatos Plásticos e Metálicos Ltda.

## Ativador Roprepp Ni

Produto líquido com tensoativos especiais e produtos químicos patenteados, destinados a ativar por imersão ou via eletrolítica camadas de níquel ou cromo para a redeposição de níquel sobre níquel, ouro sobre níquel, cromo sobre cromo ou peças com falhas de cromos, eliminando desta forma os altos custos de deslocagem e mão-de-obra.

Concentração:

12,5% em volume de Roprepp Ni

2,0% em volume de HCl ou

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

pH = 1,5

Este ativador confere 100% de aderência na camada redepositada.

**ROHCO Indústria Química Ltda.**

## Enthobrite Tin 4793

É o mais recente desenvolvimento em processos de estanhagem ácida brilhante. O banho opera em ampla faixa de temperatura entre 21-30°C, mantendo o brilho e nivelamento da camada depositada e assegurando ótima soldabilidade. Baixo custo operacional e alto rendimento.

O processo é indicado para instalações com peças em ganchetas, tambores rotativos e linhas de deposição contínua.

**ORWEC Química S/A**



Comercial e Industrial  
**FAMAG Ltda.**

**Equipamentos para Galvanoplastia**

- Retificadores
- Reostatos
- Centrífugas
- Bombas-filtros
- Tanques de ferro ou PP
- Rotativos
- Montagens, manutenção e Produtos químicos em geral

**Rua João Vieira Priosti, 562**  
**Fones: 294-0366 - 941-7844**

# 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.

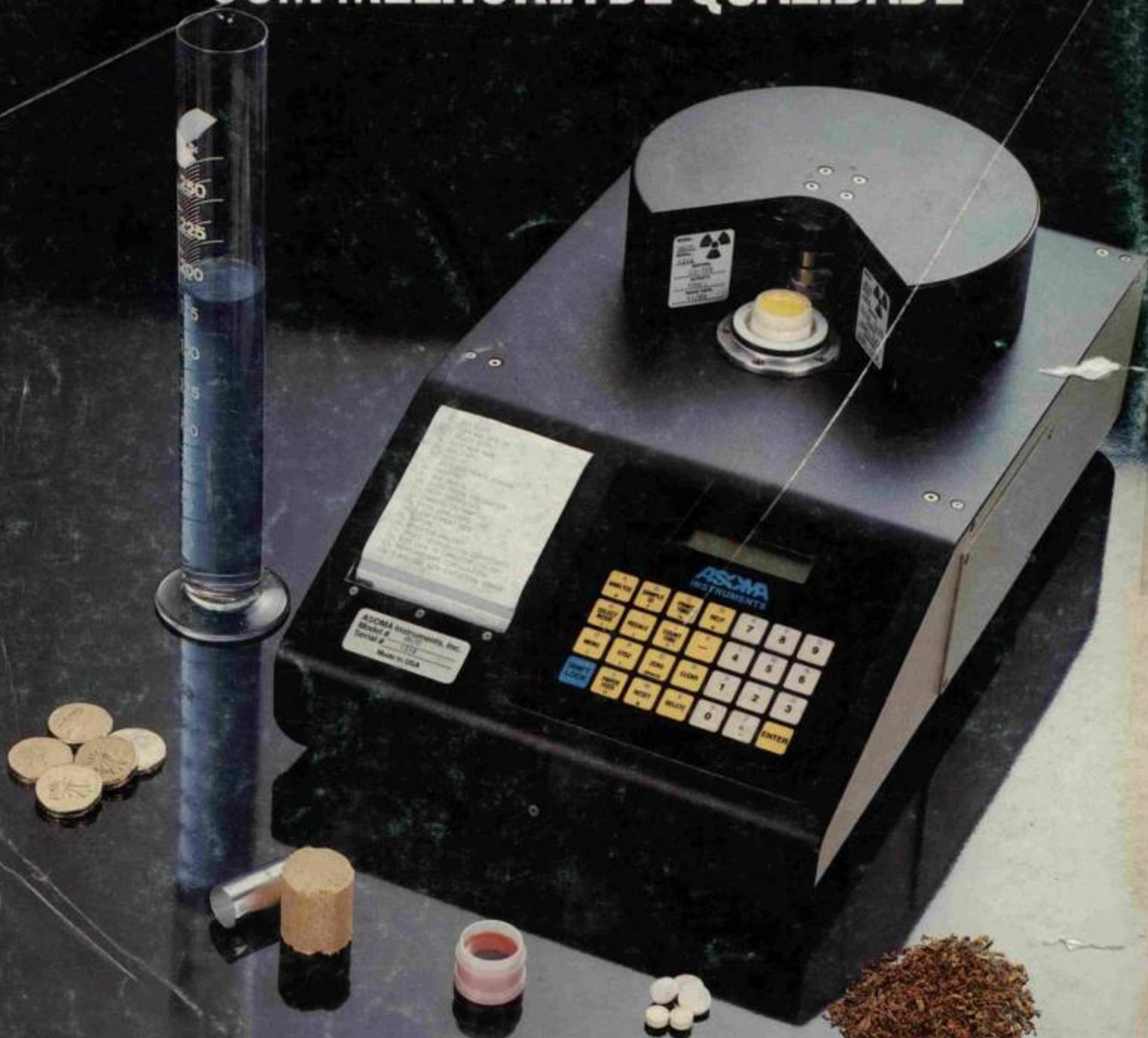
E mais uma vez a Tecnovolt se coloca à frente do mercado.

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.**



# AUMENTE OS LUCROS COM MELHORIA DE QUALIDADE



Análise elementar em tratamento de superfície  
qualitativa e quantitativa  
sem preparo de amostras.



**Incotech**

Incotech Com. Repres. Imp. Exp. Ltda.  
Rua Baltazar Fernandes, 229 - CEP 04583  
Fone: 530.3708 - TLX: 11 56747-ITTC-BR  
FAX: (011) 577.2497

**ASOMA**  
**INSTRUMENTS**

X-Ray Fluorescence Analyzers