



# TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

ANO I - NÚMERO 0

MAIO/JUNHO/1982

*Célio Hugeneuer:*  
*A recuperação de banhos*  
*e economia de água*

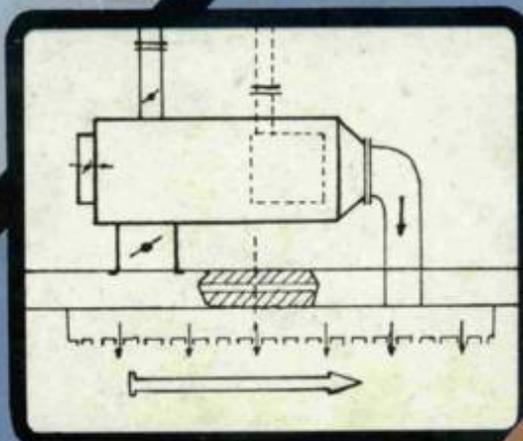
e mais:

Meios e Processos de Boretção  
CROMO TRIVALENTE



A nova  
Diretoria  
da ABTG

*Secadores de Pintura:*  
*um artigo completo*  
*sobre sua evolução*



VEM AI:  
ABTG R.G.do Sul e Minas Gerais



# Mas os acabamentos obtidos com os nossos processos valem ouro

Se a sua necessidade é ouro decorativo ou técnico de baixo ou alto quilate, a escolha é sempre Lea Ronal.

- Os melhores processos para obtenção de depósitos de 18 quilates com uma gama de coloração variada desde o pálido, a rosa passando pelo esverdeado, mas que após ajustado reproduz sempre a mesma tonalidade, qualquer que seja a camada, desde um simples flash, a mais de 40 microns.

- Os processos de ouro de 22/23 quilates com ótima dureza e resistência à abrasão.

- Os banhos de ouro duro de aplicação

técnica mais usados atualmente em nosso país.

- Os banhos de ouro 99,99% que oferecem ótima soldabilidade e baixa porosidade, aliada a ótima velocidade de deposição.

- Os melhores processos para deposição seletiva e "pulse plating".

Nosso Depto. Técnico terá prazer em auxiliá-lo na escolha do processo mais adequado, quer para banhos parados ou rotativos, flash, camada ou duplex, para aplicações técnicas ou decorativas. A escolha será sempre o melhor processo LEA RONAL e a melhor assistência técnica - TECNOREVEST.



**LEA RONAL, INC.**



**TECNOREVEST**  
produtos químicos Ltda.



DR. ING. MAX SCHLOTTER



# SOELBRIGHT-ZINC

© **NOVO AGENTE A-26** ©

Um abrillantador interno, para banhos de zinco cianídrico, com incomparável desempenho e mais, muito mais brilho.

Aplica-se a banhos parados ou rotativos, em baixo, médio ou alto cianeto, tanto em instalações manuais como automáticas.

Permite a obtenção de películas uniformes em zonas de alta ou baixa densidade de corrente.

Ótima estabilidade química, mesmo em temperaturas acima da média.

Baixo consumo. Ampla tolerância às contaminações.

Reposição periódica: 1, 5 a 2 litros/10.000a/h.

**SOELBRIGHT-ZINC AGENTE A-26**

É mais uma boa idéia da Soelbra para sua secção galvânica.

Peça literatura, e consulte nosso Departamento Técnico.

SOELBRA



**SOCIEDADE ELETROQUÍMICA  
BRASILEIRA LTDA.**

Rua Toledo Barbosa, 430/440 - Tatuapé - S. Paulo, SP  
Fone 264-8099 (PBX) - Telex (011)30129 - C.P. 8444  
Distribuidores de **ALBRICHT & WILSON LTD** (Inglaterra)  
**SEMPRE BOAS IDÉIAS PARA GALVANOTÉCNICA**

## Expediente

**TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE** — Órgão Oficial de divulgação da Associação Brasileira de Tecnologia Galvânica e Tratamento de Superfície - ABTG.

**Presidente:** Rolf Herbert Ett  
**Vice-Presidente:** Wady Millen Jr.  
**1º Secretário:** Alfredo Levy  
**2º Secretário:** Jorge Yoshida

**Tesoureiro:** Raul Fernando Bopp

**Diretor Cultural e responsável pela publicação:** Hans Rieper

**Conselheiros Honorários:** Volkmar D. Ett e Mozes Manfredo Kostman  
**Conselheiros:** Herbert Lichtenfeld, João Orlando Lotto, Ludwig Rudolf Spier, Milton G. Miranda, Orpheu Bittencourt Cairolli, Roberto Della Manna, Roberto Mota de Sillos, Stephan Wolyneec e Wilson Lobo da Veiga.

**Secretaria/Assistente Editorial:** Marilena Kallagian

**Jornalista Responsável:** Cláudio José Barbisan — MTPS 12.546

**Chefe de Redação:** Adalberto Marcondes

**Colaboradores:** Arnaldo Rentes, Marco Aurélio Dias Pereira, Marli Belloni, Nanci Vieira e Paulo Jesussek  
**Arte:** Alceu Jr., Bertrand Costilhes e Edison Tadayuki

**Fotografia:** Bernard Moss Stúdio Fotográfico

**Publicidade:** Silvio W. Sena

**Composição e Past-Up:** ZMC2 - Promoções, Propaganda e Publicações Ltda.  
**Assessoria Jornalística:** Ponto & Vírgula Editorial S/C Ltda.

Impresso nas oficinas de Copy Service Reproduções Gráficas Ltda.  
Rua Cardeal Arcoverde, 1644  
Fone: 211.8809 e 212.4712  
São Paulo - Capital

## Índice

- 7** Editorial: Uma associação voltada para o Progresso Técnico e Científico.
- 8** Uma nova Diretoria por uma Associação Brasileira.
- 11** Palestras & Congressos.
- 12** CROMO TRIVALENTE.
- 14** Fundamentos Básicos dos Meios e Processos da Boretção — *Orpheu Cairolli*.
- 16** A Recuperação de Banhos e a Conservação de Água na Indústria de Tratamentos Superficiais — *Celio Hugenneyer*.
- 20** Evolução dos Tratamentos Superficiais — *Eugenio Bertorelle*.
- 24** Evolução e Aperfeiçoamento dos Sistemas de Pintura — *Sérgio Fernando Batista*.
- 38** Agenda.
- 41** Empresas & Produtos.
- 42** Cartas.

# Elquimbra

- Há 33 anos produzindo equipamentos para tratamentos de superfícies.
- Tradição no mercado significa confiabilidade.

## GALVANOPLASTIA AUTOMATIZADA? EXIJA A TECNOLOGIA ELQUIMBRA.



\* EQUIPAMENTOS CLARK também entrou no time

Afinal, ela está fundamentada em 33 anos de presença no campo da galvanoplastia, projetando, construindo e montando máquinas semi-automáticas e automáticas programáveis para os diversos processos de eletrodeposição e tratamento superficial de metais.

Isto além de uma linha de retificadores de corrente, de selênio ou silício, bombas-filtro, sistemas de exaustão e outros equipamentos correlatos.

Quanto a nossa tecnologia, basta ver os clientes atendidos com instalações ELQUIMBRA: FACIT, NIBCO, PLACFORM, ZIVI, AGT, ZF, GE e muitos outros.\*

Todos do time que exige a melhor qualidade. Assim, quando o problema for galvanoplastia automatizada, a solução tem um nome: Companhia Eletroquímica do Brasil. Ou simplesmente ELQUIMBRA.

VISITE NOSSA INSTALAÇÃO PILOTO



Companhia Eletroquímica do Brasil - Elquimbra - Rua Padre Adellino, 43 a 75  
Fone: (PBX) 291-8611 (Sequencial) - Telex (011) 30202 - Belém - São Paulo



Engel Schmitz

# Uma Associação voltada para o Progresso Técnico e Científico

É com grande contentamento que assumimos a presidência da ABTG, não podendo deixar de prestar homenagem à diretoria anterior, presidenciada pelo sr. Mozes Manfredo Kostman.

Estamos recebendo uma Associação bem alicerçada, podendo dar continuidade ao trabalho até agora desenvolvido e, sobre bases sólidas traçar planos para o futuro.

A continuidade dos trabalhos será nosso compromisso para com a ABTG e seus associados.

Continuaremos a dar condições para que o núcleo de associados do Rio de Janeiro mantenha seu desenvolvimento, firmando naquele Estado a imagem da ABTG, uma associação voltada para o progresso técnico e científico de seus membros.

Também estão avançados os estudos para a implantação de novos núcleos no Rio Grande do Sul e em Minas Gerais. Esta iniciativa tem a importância de levar ao empresariado destes estados a possibilidade de aperfeiçoamento de suas linhas de produção, sem o ônus de caríssimos cursos no exterior.

Neste contexto, estaremos trabalhando no decorrer de 1982 no sentido de oferecer aos associados cada vez mais, um maior número de atividades. Já está em



andamento em São Paulo o "XII CURSO BASICO DE GALVANOPLASTIA", que tem como objetivo fornecer subsídios para o trabalho de Encarregados e Supervisores de Tratamento de Superfície.

Também nesta linha, estaremos incrementando os ciclos de palestras a serem realizadas em São Paulo e no Rio de Janeiro e, estamos mobilizando esforços para que Rio Grande do Sul e Minas Gerais venham, o mais breve possível, ser palco de palestras e seminários do maior interesse para a indústria de tratamento de superfícies.

À medida que a indústria nacional se encontra cada vez mais na necessidade de concorrer diretamente em preço e qualidade com os produtores internacionais, embora muitas vezes com um volume de trabalho menor, torna-se imprescindível a utilização, ou ao menos o conhecimento das tecnologias mais avançadas existentes.

A ABTG, através de criterioso trabalho de seleção de materiais em apostilas, cursos, palestras e seminários pode e deve assumir uma posição de destaque na divulgação destas tecnologias. A Revista "TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE" vem de encontro a este objetivo, servindo como um elo entre a ABTG e seus associados. Pretendemos que através desta revista se estabeleça o diálogo e o debate sobre os grandes temas da Indústria de Tratamento de Superfície no Brasil.

Rolf Herbert Ett  
Presidente da ABTG - 1982

# Uma nova Diretoria por uma Associação Brasileira

Foi empossada no dia 25 de março, em sua sede na Av. Paulista (Ed. da FIESP), a nova diretoria da Associação Brasileira de Tecnologia Galvânica e Tratamento de Superfície - ABTG, para a gestão 82/83.

Este novo período da ABTG deverá ser marcado por incentivar e por em prática os rumos já traçados por diretorias anteriores. Principalmente, a ABTG procurará estender sua atuação a outros grandes centros industriais do Brasil. Com isto, a nova diretoria visa a disseminação das tecnologias de tratamento de



Rolf Ett: Vamos continuar trabalhando

superfícies e dar ao país condições para alcançar o padrão internacional de qualidade que permita, facilitar e aumente as possibilidades de exportação.

A ABTG, portanto, está planejando sua atuação, no sentido de englobar todos os estados brasileiros em uma integração concreta, que facilitará a troca de informações entre todos os polos de tecnologia galvânica e tratamento de superfícies.

Neste sentido, em reunião realizada no dia 15 de abril último, a

diretoria empossada nomeou delegados coordenadores para os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Estas nomeações representam os primeiros passos para uma atuação dinâmica, que já prevê também a implantação em futuro próximo de mais um núcleo no Rio Grande do Sul e, posteriormente, a extensão gradual para os demais estados.

Segundo declarações do sr. Rolf Herbert Ett, atual Diretor-Presidente da ABTG, sua diretoria encontrou a Associação em excelente estado, e está decidido a trabalhar pela continuidade deste desenvolvimento, afinal: "O Brasil depende mais do que nunca de suas exportações, e qualquer coisa exportável na área de produtos industrializados, depende de um bom tratamento de superfície. Nossa área representa o acabamento necessário à exportação."

Por este motivo, a ABTG estará mais do que nunca, voltada para a necessidade básica do setor, que é a absorção de novas tecnologias, que possibilite a nossos produtos manter a competitividade no exterior.

## UMA ABTG REALMENTE BRASILEIRA

Há aproximadamente 8 anos, quando Wady Millen Jr. passou a participar da ABTG, ele e outros conselheiros novatos, criaram o I Curso Básico de Galvanoplastia (atualmente está acontecendo o XII). A partir daí, Wady se tornou uma presença importante na Associação.

Este ano, Wady Millen faz parte da diretoria como Vice-Presidente,

e está encarregado de implementar o funcionamento dos novos núcleos.



Wady Millen Jr.: Tornar a ABTG Brasileira

Nesta linha, seu objetivo é: "Integrar vários estados e formar uma ABTG realmente com características de Associação Brasileira, ou seja, embora o Brasil seja um país muito grande, vamos tentar trazer todos os brasileiros galvânicos para participar da ABTG".



Manfredo Kostman: O sucesso do EBRATS'81



ABTG reunida

Durante a gestão da diretoria anterior, cujo presidente foi o Sr. Mozes Manfredo Kostman, realizou-se o EBRATS' 81, que foi sem dúvida um grande sucesso. Na verdade segundo Manfredo Kostman, o II Encontro Brasileiro de Tratamento de Superfície, transcendeu a seus

objetivos, transformando-se em quase um encontro internacional, contando com representantes de vários outros países.

Dando sequência a acontecimentos como o EBRATS' 81, a nova diretoria da ABTG, já se manifesta a respeito do EBRATS' 83. O Sr. Hans Rieper, diretor cultural da Associação, acha que os preparativos do EBRATS' 83, devem ocupar

## Expectativas de um novo sucesso



Hans Rieper: Incentivo a palestras e seminários

parte de destaque nos trabalhos da diretoria este ano.

Quando se refere ao EBRATS' 83, Rolf H. Ett acredita plenamente em seu êxito total, "que, com certeza absoluta, vai ter o mesmo sucesso do anterior". Tanto isto é verdade, que as reuniões preparatórias à realização do EBRATS' 83 estão acontecendo com grande entusiasmo da diretoria.

## PRODUTOS E PROCESSOS PARA GALVANOPLASTIAS com o know how mais atualizado

- processos ultramodernos de alto rendimento
- instalações automáticas e semi automáticas
- instalações especiais p/ processo contínuo p/ arames, fitas e tubos
- processos especiais p/ indústria gráfica e fabricantes de discos
- instalações modernas p/ limpeza de metais (Tri e Per)
- tratamento de água usada na galvanoplastia
- novos processos de galvanização de plásticos
- modernos revestimentos das gancheiras
- todos os produtos químicos e produtos especiais p/ galvanoplastia

- Abrilhantadores, Niveladores, Molhadores
- Desengraxantes, Decapantes, Ativadores
- Fosfatizantes, Cromatizantes, Passivadores
- Neutralizantes, Desplacantes, Removedores
- Inibidores, sais de polimento
- produtos p/ anodização
- todos sais metálicos
- cianeto de cobre e zinco
- óleo protetivos, óleos de corte e repuxo, lubrificantes
- tambores rotativos especiais patenteados
- banhos de metais preciosos
- tintas especiais e revestimentos industriais



## aletron Produtos Químicos Ltda.

Fabricantes de produtos galvanotécnicos sob licença da Langbein-Pfanhauser Werke AG (Alemanha)

Rua São Nicolau, 210-09900 Diadema S.P. Tel.: (011) 445-3766 - Telex (011) 4275 Forj BR

Telegramas: INCONEX Tel. Joinville: (0474) 22-1921

Laboratórios em Diadema S.P., Rio de Janeiro R.J., Joinville S.C., Caxias do Sul R.S.,  
Campinas S.P. e Belo Horizonte M.G.





Aracylo Souza: A ABTG em Minas Gerais

## Novos Delegados para Minas e Rio

Durante reunião realizada dia 15 de abril, a diretoria da ABTG, dando continuidade a seus planos de transformar a ABTG em uma Associação de cunho realmente nacional, nomeou delegados coordenadores da ABTG para outros estados brasileiros.

Para Minas Gerais foi nomeado o Eng. Aracylo Souza, representante da Cascadura Industrial e Mercantil Ltda., em Betim, distrito industrial próximo a Belo Horizonte. Aracylo Souza tem poderes para uma sondagem junto a empresários mineiros visando a implantação definitiva deste novo núcleo.

Para o Rio de Janeiro, foram nomeadas os Srs. Laio Martins

Gonçalves Pereira da Tecnorevest Produtos Químicos Ltda. (delegado coordenador), Aécio Castelo Branco Teixeira da CBN Electroquímica Metalplástico Ltda., e Edgard Langenfeld da Cascadura Industrial e Mercantil.

Estas nomeações estimulam o desenvolvimento destes novos núcleos e representam uma maior divulgação dos eventos e problemas enfrentados pela indústria de Tratamento de Superfície nestes Estados.

Para maiores informações sobre a ABTG, os interessados podem escrever para a Caixa Postal nº 20801 — CEP 01000 — São Paulo — Brasil.

**BRASIMET**

1942 · 1982

**40**  
**ANOS**

**DE**  
**QUALIDADE E SEGURANÇA**

- FORNOS INDUSTRIAIS
- SAIS PARA TRATAMENTOS TÉRMICOS
- TRATAMENTOS TÉRMICOS PARA TERCEIROS

AVENIDA DAS NAÇÕES UNIDAS, 21.476 FONE: 522.0133  
CEP 04795 SÃO PAULO-SP TELEX: 011-22247

**OMI**

OXY METAL INDUSTRIES BRASIL S.A.

COMUNICA SEU NOVO  
ENDEREÇO:

ESTRADA DA SERVIDÃO, 60  
BAIRRO CURRAL GRANDE  
CEP 09900 - DIADEMA - SP

**FONE:**

**(011) 445-4555 (PABX)**

**TELEX: (011) 4886**



Um plenário de técnicos

## O Futuro das Tintas Automotivas

A Ideal S/A Tintas e Vernizes, promoveu, nos dias 30/31 de março e 01 de abril, um encontro da indústria automobilística com representantes da PPG Industries Inc., empresa americana considerada a maior fornecedora de tintas industriais do mundo. A PPG apresentou sua visão de como serão os revestimentos usados nos automóveis em futuro próximo.

Em sua palestra, o Eng. Norman Price

Dia 25 de março, logo após a posse da nova diretoria da ABTG e um coquetel oferecido aos convidados, a Associação brindou seus associados com uma brilhante palestra sobre Recuperação de Banhos e Conservação de Água na Indústria de Tratamento de Superfícies.

O palestrista, Dr. Célio Hugenneyer, discorreu sobre os melhores métodos de utilização dos tanques de lavagem, de forma a não haver desperdício.

Segundo o Dr. Hugenneyer, as atuais normas anti-poliuição ainda não são um problema muito sério para o setor, mas a medida que estas normas forem aperfeiçoadas, o investimento necessário para o tratamento das águas residuárias se tornará muito mais oneroso para o empresário, que o aperfeiçoamento de seus tanques de lavagem.

Leia o artigo completo na página 16.



Eng. Norman Price, da PPG

da Divisão Automobilística da PPG, falou sobre "Eletrodeposição Catiônica (UNI-PRIME) e Acabamentos de Efeito Metálico de Alto Sólido". O UNIPRIME é a segunda geração de primers catiônicos de alta espessura e em alguns casos elimina a utilização do primer surfacer, com resultados de resistência à corrosão e aspecto final de pintura realmente surpreendentes.

## Economia de camadas de Níquel

Economia de Camadas de Níquel foi o assunto abordado pelo Sr. Leendert Van Gelderen na noite de 15 de abril em palestra proferida em São Paulo.

Novamente a ABTG em conjunto com o Sindisuper e Harshaw Química Ltda., levou aos associados um importante tema do setor de Tratamento de Superfície. Dando grande ênfase a aspectos de redução de custos operacionais, a palestra

transcorreu no mais alto nível técnico, proporcionando à platéia excelentes subsídios para um melhor desenvolvimento e aproveitamento de suas linhas de produção.

Segundo o sr. L. Van Gelderen, "Todos concordam que a deposição eletrolítica de camadas de níquel, sob o aspecto "redução de custos" é bem atual. Estamos vivendo uma época em que precisamos reduzir custos com todas as medidas

disponíveis, até mesmo reavaliando as normas de qualidade em uso."

Antes da palestra, os três anfitriões receberam os convidados com um coquetel, onde durante mais de uma hora, os diferentes setores da indústria de tratamento de superfícies, representados por seus diretores e funcionários, trocaram idéias reafirmando a unidade que se cristaliza no seio da ABTG.

## Rio de Janeiro: um sucesso da ABTG

Durante quase três horas, mais de oitenta técnicos em galvanoplastia e Pintura, praticamente lotaram o pequeno auditório cedido pelo SENAI do Rio de Janeiro, para assistir com vivo interesse à palestra proferida pelo Engenheiro Sérgio Fernando Batista, Chefe da Seção de Manutenção das Instalações de Pintura da Volkswagen do Brasil S/A.

Na palestra, oferecida pela ABTG e pela empresa DURR DO BRASIL, o Eng.º Sérgio demonstrou através de gráficos e brilhantes explicações, formas mais adequadas de regulagem de equipamentos e procedimentos para um melhor aproveitamento do trabalho de secadores de pintura.

Sérgio Batista, fez notar as profun-

das transformações ocorridas nos últimos oito anos na economia mundial, especificamente no Brasil, e seus reflexos nos custos operacionais da produção.

Um exemplo bastante ilustrativo desta tese, fornecido para os presente, refere-se à utilização de equipamentos e instalações planejados anteriormente à primeira crise mundial do petróleo, por volta de 1973, quando os custos de óleo combustível apareciam como parcela insignificante no total dos custos de produção.

Nestes equipamentos não se tinha uma preocupação maior com a vedação térmica dos secadores, ocasionando aí, uma grande troca de calor com o ambiente externo. Um diferencial de

perda de calor compatível com o baixo custo do óleo combustível do início dos anos 70, porém inaceitável com os custos atuais.

Oito anos atrás, saía mais barato queimar mais óleo para se atingir a temperatura adequada, porém hoje, talvez convenha um maior investimento em vedação e uma queima mais racional do combustível.

A palestra, precedida por um coquetel oferecido pela ABTG e DURR DO BRASIL, comprovou pelo nível altamente técnico da platéia, o grande interesse em assimilar novas tecnologias, demonstrado tanto por técnicos como empresários de Galvanoplastia e Pintura do Estado do Rio de Janeiro.

# CROMO TRIVALENTE

Este artigo procura fornecer ao técnico brasileiro e outros interessados, uma idéia geral sobre as principais características do cromo trivalente, processo hoje inexistente em nosso mercado, mas em vias de produção no país.

É de particular importância a observação da tecnologia indicada. O eletrólito do cromo trivalente, apesar de ser facilmente operado, requer cuidados equivalentes aos de um banho convencional de níquel ou cobre brilhante.

A principal vantagem do novo processo é sua facilidade de ser controlado. São eliminadas as persistentes dificuldades do eletrólito à base de cromo hexavalente.

São inúmeras as dificuldades de cromagem. Aos perigos inerentes a um composto altamente tóxico, alia-se a necessidade de uma boa dose de prática para evitar queimas, amarelecimentos, furos mal cromados, manchas e outros defeitos comuns aos banhos tradicionais à base de ácido crômico.

A procura de um sal capaz de fornecer o metal e eliminar aqueles inconvenientes jamais deixou de inquietar os especialistas.

Depois de algumas tentativas de Yoshida e Yshiguro, que pesquisaram, nos anos 50, banhos de sulfamatos de cromo e amônia, sem sucesso comercial devido às limitações encontradas, Zell e Kudryavtzen tentaram introduzir modificações que eram engenhosas, mas não conseguiram abolir as principais dificuldades.

Somente na primeira metade da década passada os ingleses desenvolveram uma formulação completa, já empregada em escala internacional. Até agora, é a única que atende plenamente a todos os requisitos técnicos.

A premissa básica que orientou o trabalho de pesquisa foi a de que o eletrólito de cromo trivalente deveria ter as seguintes características:

1. O cromo no estado trivalente seria complexado de modo a permitir o trabalho sob um pH não necessariamente baixo e de forma a não precipitar o metal — na forma de hidróxido — em alta densidade de corrente.
2. O complexo deveria ser formado por reações na cuba eletrolítica, facilitando a manutenção.
3. O complexo deveria caracterizar-se por permitir o tratamento dos efluentes sem maiores problemas como a precipitação do cromo ou de outros metais, durante o processo galvânico.
4. A reação anódica não deveria produzir gases tóxicos nem permitir a formação de cromo hexavalente.

A meta, bastante audaciosa, consumiu cerca de 15 anos de ininterruptas pesquisas, em um dos mais bem equipados laboratórios da Europa, o da Albright & Wilson Ltd. — Metal Finishing Dept.

Os pesquisadores ingleses propunham-se a obter um eletrólito com teor metálico de 18 a 22 gramas/litro (Cr metal); os sais seriam cloretos e sulfatos. O controle prático do processo, naturalmente, mostrou-se de início bastante difícil. O ácido crômico, em presença do clorídrico, dava origem a complexos indesejáveis para o eletrólito. Por outro lado, o sulfato de cromo poderia ser obtido pela redução direta do ácido crômico. Mas o meio mais prático encontrado foi através do bicromato básico, que também dava origem a um sulfato básico.

Para superar esses obstáculos técnicos, procurou-se utilizar como complexante o ácido carboxílico. O problema surgido foi o de que o tratamento dos efluentes limitava o uso daquele ácido. Por fim, colheu-se um resultado animador, mediante o emprego de ácido carboxílico em presença de sulfato e cloreto de cromo mais água, combinação que, após um período de eletrólise, dava origem a um complexo estável e equilibrado, como previra Albright & Wilson.

A descarga dos íons, contudo, provocara uma acentuada variação de pH a nível catódico, o que obrigou a adição de ácido bórico como "tampão", evitando-se assim a precipitação do cromo. Outros aditivos não orgânicos estabilizaram as reações anódicas, tornando o processo extremamente simples. Estava pois, afastado definitivamente o grande problema da cromagem. O banho de cromo passaria a comportar-se como qualquer outro, podendo ser tratado, filtrado; a perda de contato não seria mais crítica; as peças furadas deixariam de apresentar zonas amarelas; a densidade de corrente baixaria, facilitando a construção de gancheiras e o resíduo (águas de lavagem) não necessitaria de tratamento.

A consolidação desse êxito, entretanto, somente foi possível em 1977. A partir de então, o novo processo poderia ser comercializado sem a menor dificuldade.

## CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO

O banho opera na faixa de 15 a 30°C, temperatura ambiente reinante na maior parte do ano em quase todas as cidades brasileiras. Evidentemente, o eletrólito gerará energia térmica, pelo efeito Joule, elevando a temperatura da solução e ocasionando, eventualmente, a necessidade de resfriamento por trocadores de calor. No caso, recomenda-se o uso de serpentinas, nas quais circulará água fria (podendo-se empregar a mesma água que, mais tarde, será utilizada para lavagem). Temperaturas acima de 30°C provocam perda na capacidade de cobertura do banho.

A solução funciona dentro da faixa de pH de 2,8 a 3,2. Essa característica torna o trabalho bastante cômodo, pois se trata de banho levemente ácido e bastante estável, tamponado de modo a manter o pH sem adições por longo tempo.

Quanto à densidade de corrente (8,5 a 11 amperes/dm<sup>2</sup>), está bem próxima da empregada no cromo hexavalente, com a excepcional vantagem de que densidades mais altas não queimam as peças nem produzem uma camada excessivamente grossa de cromo. A agitação a ar proporciona melhor uniformidade ao depósito, além do auxílio de um umectante.

Não poderíamos deixar de analisar aqui a reação anódica. Seria de prever-se, numa solução rica em cloretos (como auxiliares de condutividade ou como complexantes), o despreendimento de cloro sobre o ânodo (que será de grafite). Este fenômeno foi convenientemente eliminado pela incorporação de outros halogênios, limitando a polarização anódica e ainda propiciando, pela presença de íons amoníacos e carboxilatos, reação capaz de absorver tais gases. No final, temos a evolução de nitrogênio e dióxido de carbono totalmente inócuos, além de se evitar a oxidação do cromo para o estado hexavalente.

Este equilíbrio é obtido a partir de 5 amperes/dm<sup>2</sup>, limite bastante baixo para cromagem.

## PROPRIEDADES FÍSICAS DO DEPÓSITO

A velocidade de deposição, a 10 Amperes/dm<sup>2</sup>, é de aproximadamente 0,1 microm/segundo, não se diferenciando dos eletrólitos hexavalentes na mesma faixa. Uma das grandes vantagens do processo é a elevação muito lenta da velocidade de deposição com o aumento da corrente, evitando com isso, excesso de cromo nas áreas de alta densidade de corrente.

O desenvolvimento de hidrogênio irá proporcionar uma dureza entre 900 e 1.000 HV.

Os depósitos abaixo de 0,3 microm, apresentam-se microporosos. Acima de 0,6 microm, são totalmente microfissurados (240 a 800 fissuras/cm<sup>2</sup>), com estrutura transicional nas espessuras intermediárias. A cor tende a um padrão visualmente mais agradável que os depósitos de cromo hexavalente.

## ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE OS EFLUENTES

A não existência de cromo hexavalente, bem como a sua não formação durante o processo, facilita extremamente o tratamento das águas residuárias. Conforme exposto no início deste artigo, tomou-se o cuidado de usar agentes complexantes de modo a não inibir a precipitação do hidróxido de cromo (ou a eliminação de zinco, cobre, níquel ou seus sais, quando presentes).

A demanda de oxigênio é da ordem de 17 gramas/litro (concentração ideal do eletrólito, também bastante baixa). Desta forma, as águas residuárias podem ser lançadas juntamente com as dos outros eletrólitos, exceto as de cianetos, e tratadas em conjunto, sem complicações.

# Riedel-de Haën

## PRODUTOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS

### Galvanoplastia:

Ácido fluorobórico  
Fluoroborato de estanho  
Fluoroborato de cobre  
Fluoroborato de chumbo  
Fluoroborato de níquel  
Fluoroborato de cádmio

Fluoroborato de Ferro (II)  
Fluoroborato de Zinco  
Fluorosilicato de Chumbo  
Sulfamato de Níquel  
Cloreto de Níquel  
Sulfamato de cobalto

### Solda:

Fluoreto de amônio  
Fluoreto de potássio  
Fluoroborato de potássio  
Bifluoreto de potássio  
Metaborato de potássio  
Tetraborato de potássio

### Tratamento de superfície:

Bifluoreto de amônio  
Ácido fluorídrico  
Fluoroborato de potássio  
Fluorotitanato de potássio

CONSULTEM-NOS TAMBÉM A RESPEITO DE NOSSAS OUTRAS LINHAS DE PRODUTOS QUÍMICOS.

Representante no Brasil:

**CASA FACHADA**  
fundada em 1878

CASA FACHADA LTDA.

### Matriz:

Rua Julio Verne, 55 (Sto. Amaro)  
04725 - São Paulo, SP  
Tel.: (011) 247-0233  
Telex (011) 22845 HOEC BR.

### Filiais:

Rua Sá Freire, 58 (São Cristóvão)  
20000 - Rio de Janeiro, RJ.  
Tel.: (021) 234-3467  
Telex (021) 21392 HOEC BR.

Rua General Netto, 584  
90000 - Porto Alegre, RS  
Tel.: (051) 22-8600  
Telex (051) 1466 HOEC BR

Rua Paracatu, 1283  
30000 - Belo Horizonte, MG.  
Tel.: (031) 337-4033  
Telex (031) 1759 HOEC BR.

# Fundamentos Básicos dos Meios e Processos de Boretação

ORPHEU B. CAIROLI



Orpheu Cairolli: A importância do Tratamento Térmico

Na evolução da Boretação foram experimentadas fusões de sais, contendo boro com e sem eletrólise, como também gases e pastas bóricas. Porém, todos esses ensaios de boretação não deram resultados satisfatórios para serem usados na prática. Consideráveis progressos e resultados iguais e reproduzíveis só foram conseguidos com meios sólidos de boro, contendo ativadores. Nesta base a boretação foi desenvolvida para industrialização pelo Instituto Técnico para Têmpera de Bremen, Alemanha.

O meio sólido Boretação compõe-se essencialmente de carbetos de boro, ativadores, e certas quantidades de carbono amorfo. Os ativadores, como também o carbono influenciam favoravelmente o crescimento e o desenvolvimento da camada boretada.

O que se exige de um meio de boretação é o seguinte:

1 - Uma boa ação de boretação referente à formação da camada, espessura e isenção de poros. Porém nos tratamentos de elevadas temperaturas, somente deverão ser produzidas camadas mono fásicas de  $Fe_2B$ , as quais apresentam mais tenacidade que as camadas bifásicas de  $FeB$  e  $Fe_2B$ . (conforme fotomicrografia nº 1).

2 - Um manejo simples. Em primeiro lugar compreende-se um fácil empacotamento e desempacotamento. Isto faz-se necessário, para poder temperar diretamente do processo de Boretação mas também para possibilitar uma automatização do processo. Por esta razão, o meio

de Boretação deverá escoar bem e desprender-se facilmente das peças tratadas.

Baseado nessas exigências, e também pelo fato de que a Boretação processa-se principalmente pelo contato do meio de boretação e a superfície, necessita-se na prática diversos tipos de meios de boretação com diferentes tamanhos de granulação. Os produtos são praticamente iguais na eficiência, e são inofensivos.

## TIPO 1

Esse meio de Boretação e de granulação fina e uniforme é apropriado para tratamentos de peças complicadas e ferramentas, formando um bom contato com a superfície das peças. Conforme a forma das peças e o tamanho das caixas, podem-se formar no tratamento torrões, os quais são facilmente desmanchados.

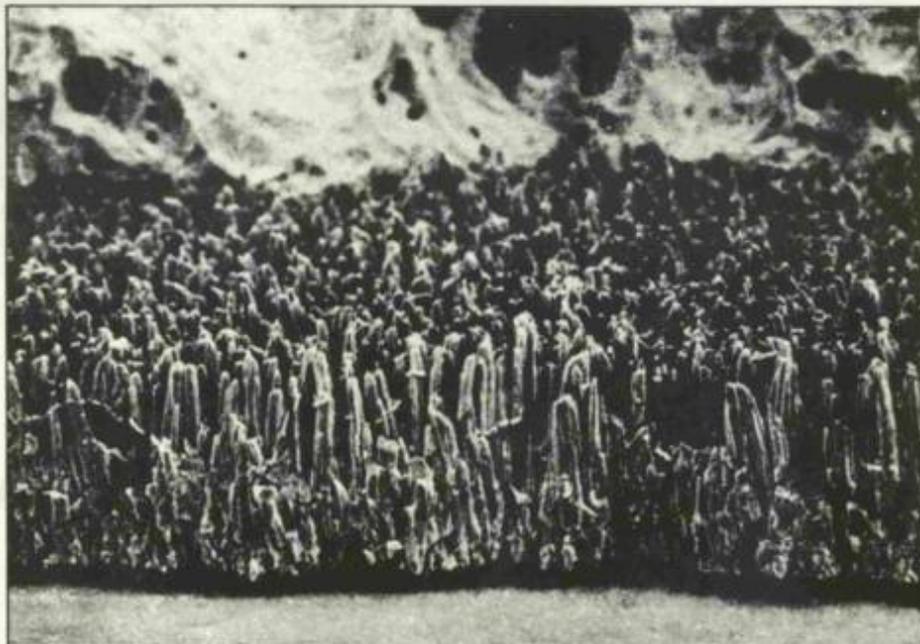
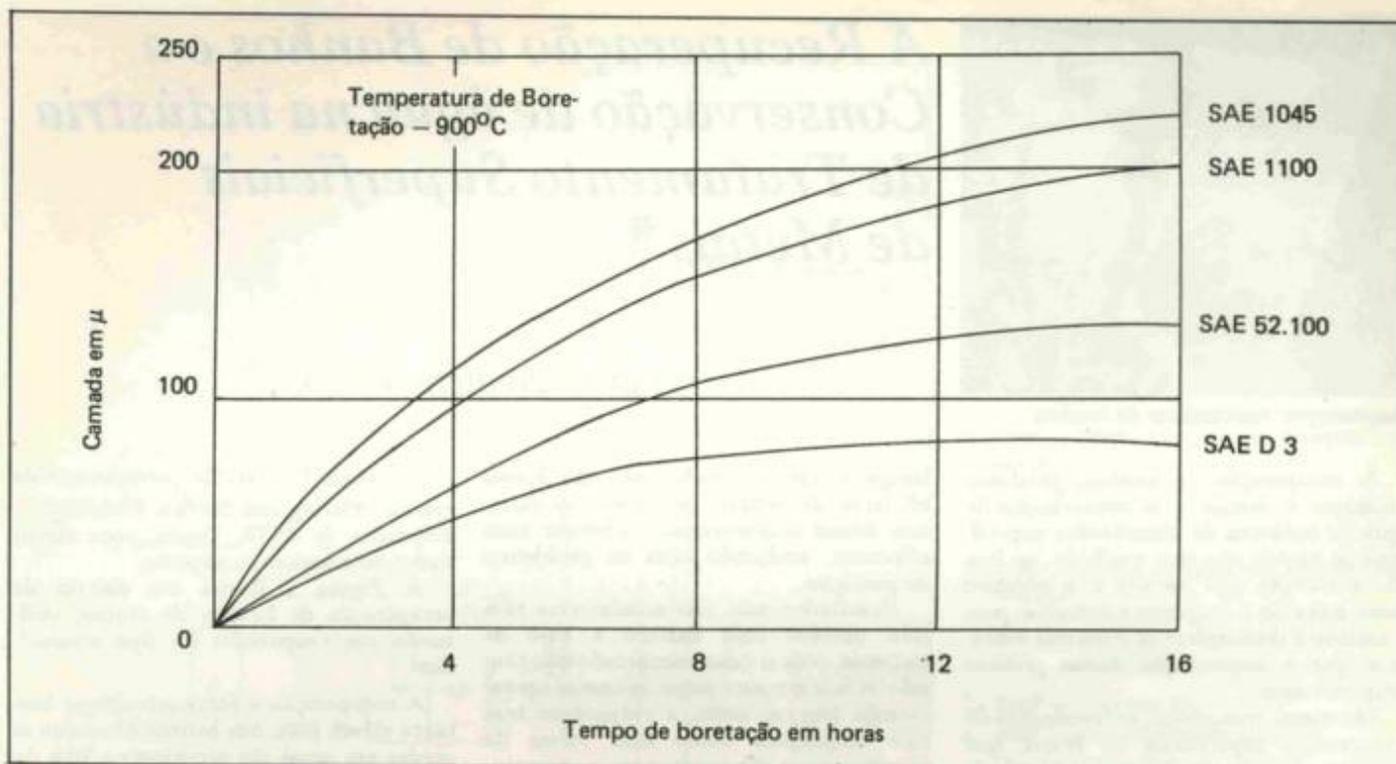


Figura 1 - Camada de boreto de ferro ( $Fe_2B$ ), após sua separação da matriz (aço DIN CK 45), através de HCl (18%) - (ampliação: 200:1)



## TIPO 2

Este produto tem tamanhos diversos de granulação e após o tratamento é escoável. Por este motivo, é próprio para tubos compridos, furos e fabricação em série em fornos contínuos, onde o produto pode ser despejado na caixa. Além disto, presta-se para o tratamento de peças que estão expostas a alto desgaste mineral. Estas peças, devido à exigência de maior profundidade de boretamento, serão tratadas com temperaturas mais elevadas e tempos mais longos.

Os dois produtos podem ser usados por diversas vezes, não ultrapassando o tempo normal de tratamento de cinco horas. Após cada tratamento, deverá ser adicionado ao produto 20 a 30% de granulado novo. Quanto mais longo o tratamento e mais alta a temperatura, tanto maior será a perda de ação do meio de boretamento e maior será a reposição do mesmo.

O peso destes produtos é de 1,6 kg/litro para o Tipo 1 e 0,95 kg/litro para o Tipo 2.

A execução prática da boretamento é simples e comparável com a cementação em pó respectivamente com granulado. As peças a serem tratadas por via das regras deverão estar acabadas e serão empacotadas junto com o meio de boretamento, em caixas ou tubos de material resistente ao calor. Deverá ter uma camada de aproximadamente 10mm de meio de boretamento entre as peças, e uma

camada de 5 a 10 cm na cobertura.

A superfície das peças deverá estar limpa, ter um acabamento bem fino ou retificado, e nunca apresentar carrepas. Em superfícies com acabamento rústico ou sem acabamento, a formação de dentes verticais boretados poderá ocorrer desigual. Peças sujeitas ao risco de deformação, antes de acabadas e tratadas, devem sofrer um alívio de tensão.

As caixas ou tubos devem ser fechados com tampa, porém não hermeticamente, e colocados no forno aquecido à temperatura de boretamento, sem gás de proteção.

A temperatura de tratamento situa-se entre 850°C a 1.000°C, porém, prefere-se a temperatura de 900°C, principalmente em ferramentas que necessitem menor camada do que peças que estão expostas a minerais.

A temperatura empregada e o tempo de boretamento dependem do material utilizado e a prescrição da camada para cada caso.

O gráfico apresentado mostra a dependência da camada boretada e o tempo de tratamento, assim como o material empregado a uma temperatura de 900°C. Com o aumento dos elementos de liga no aço, é diminuída a camada boretada.

Após o tempo desejado de tratamento, as caixas ou tubos serão retirados do forno e em geral resfriados no ar. Aços de alta liga poderão ser resfriados de temperatura de boretamento em óleo ou ar comprimido após o tratamento. Quando está previsto este tratamento, recomenda-se usar o Tipo 2, visto que deste produto o material é retirado mais facilmente. O

revestimento das peças assim temperadas depende do aço e do emprego a que se destinam.

Caso as peças recebam têmpera ou beneficiamento só após o resfriamento, então devem ser aquecidas em banho neutro e resfriadas em Martêmpera, óleo ou ar. A temperatura de têmpera depende do aço empregado, porém não deverá ultrapassar 1050°C, porque, principalmente nos aços de alta liga, poderá aparecer início de fusão na superfície, visto que o eutético foi baixado neste domínio.

A alteração das medidas é sempre positiva, quer dizer, as peças crescem. Esse crescimento depende do aço empregado e é de aproximadamente 20% da camada, para os aços de construção e beneficiamento. Nos aços de alta liga, este crescimento poderá chegar até a 80% de camada. Em todo caso, esta alteração das medidas é homogênea e poderá ser respeitada no acabamento.

É possível o isolamento de superfícies que não devem ser boretadas, por exemplo por sobreposição de cartuchos em eixos ou buchas, ou porcas em roscas. Uma cobreação galvânica também evita uma boretamento.

## BIBLIOGRAFIA

- Sichtl, Dr. Ing. W. "Proteção contra o Desgaste através da Boretamento".
- Pohlmann, Eng. Karlheinz "Boretamento em Metais Ferrosos".
- Hirschheimer, Eng. Luiz Roberto "Desenvolvimento da Tecnologia da Boretamento em Granulados".
- Durferrit - Handbuch (Degussa - Alemanha).



Hugenneyer: racionalizar os banhos

# A Recuperação de Banhos e a Conservação de água na indústria de Tratamento Superficiais de Metais\*

Prof. CELIO HUGENNEYER (1)

A recuperação de banhos, produtos químicos e metais e a conservação de água na indústria de tratamentos superficiais de metais não tem recebido, no Brasil, a atenção que merece e o objetivo deste trabalho é despertar o interesse para o assunto e demonstrar as inúmeras vantagens que a implantação destas práticas proporcionam.

São raras, com efeito, as instalações de tratamentos superficiais no Brasil, que dispõem de evaporadores, processos de precipitação química, células eletrolíticas, etc, para a recuperação de banhos, produtos químicos e metais. São muito poucas também as instalações que se preocupam com o problema de conservação de água.

Em consequência, todo este desperdício (banhos, produtos químicos, metais e água) é acrescido aos custos finais dos produtos, onerando-os. Todo esse desperdício agrava, ainda, os problemas de poluição e, quando as empresas, por força das exigências legais, se dispõem a tratar seu efluentes, o problema torna-se bastante sério, pois, as instalações de tratamento são dimensionadas para tratar também estes "esbanjamentos", o que resulta na necessidade de maiores investimentos e custos operacionais mais elevados.

Assim sendo, tanto para reduzir os custos de fabricação como e principalmente para minimizar os investimentos e custos operacionais das inevitáveis instalações de tratamento de efluentes, toda a indústria de tratamentos superficiais de metais deveria estabelecer um programa prioritário de recuperação de banhos, produtos químicos e metais e de conservação de água, implantando-o sempre que econômico. No exterior — EUA, Europa, Japão, etc. — esses programas são auto-financeáveis, porque a recuperação dos produtos permite a amortização dos investimentos em prazos considerados bastante razoáveis.

## 1. Recuperação de banhos por meio de evaporação

A recuperação por meio de evaporação do arrasto (drag-out) de banhos de cromo, níquel e chumbo-estanho das águas de

lavagens tem mostrado ser uma forma eficiente de reduzir os custos operacionais desses acabamentos e eliminar esses efluentes, acabando com os problemas de poluição.

Resultados não tão satisfatórios têm sido obtidos com banhos a base de cianetos, pois o valor recuperado não tem sido suficiente para pagar os custos operacionais. Mesmo assim, a evaporação tem sido empregada como uma forma de eliminar esses efluentes, pois, computando-se o valor recuperado, o processo mostra-se mais econômico do que o emprego do tratamento convencional de destruição do cianeto, precipitação dos metais e separação e disposição dos precipitados.

A Tabela 1, extraída parcialmente da revista "Plating and Surface Finishing" — Fevereiro de 1979, ilustra, com alguns dados econômicos, o exposto.

A Figura 1 ilustra um sistema de recuperação de banhos de cromo, utilizando um evaporador do tipo atmosférico.

A recuperação é economicamente bastante viável, pois, nos banhos de cromo as perdas em geral são superiores a 90% do ácido crômico consumido, devido à baixa eficiência, alta concentração e viscosidade das soluções.

Como se pode notar na Figura 1, todo o arrasto de ácido crômico — pelas peças e sistemas de exaustão — é recuperado,

| BANHO          | EVAPORADOR  |            | CUSTO OPERACIONAL US\$/MÊS | BANHO RECUPERADO US\$/MÊS | AMORTIZAÇÃO ANOS |
|----------------|-------------|------------|----------------------------|---------------------------|------------------|
|                | TIPO        | CUSTO-US\$ |                            |                           |                  |
| CROMO          | ATMOSFÉRICO | 20.000     | 300                        | 600                       | 5,6              |
| CROMQ          | VÁCUO       | 48.000     | 350                        | 1.400                     | 3,8              |
| CROMO          | VÁCUO       | 58.000     | 1.400                      | 3.900                     | 2,0              |
| CROMO          | VÁCUO       | 100.000    | 100                        | 4.000                     | 2,2              |
| CROMO          | VÁCUO       | 175.000    | 1.200                      | 6.000                     | 3,0              |
| CHUMBO ESTANHO | VÁCUO       | 45.000     | 800                        | 16.000                    | 0,25             |
| CHUMBO ESTANHO | VÁCUO       | 85.000     | 600                        | 33.000                    | 0,2              |
| NÍQUEL         | VÁCUO       | 25.000     | 300                        | 1.500                     | 1,7              |
| NÍQUEL         | VÁCUO       | 4.000      | —                          | 2.100                     | —                |
| ZINCO(CN)      | VÁCUO       | 55.000     | 4.000                      | 2.000                     | —                |
| ZINCO(CN)      | VÁCUO       | 55.000     | 915                        | 450                       | —                |

TABELA 1 — Dados econômicos sobre a recuperação de banhos por evaporação

\* - Conferência proferida no EBRATS' 81

II Encontro Brasileiro de Tratamento de Superfícies  
II Mostra de Tratamento e Acabamento de Superfícies

20 a 23 Outubro 81 - Pavilhão de Eventos do Maksoud Plaza Hotel - São Paulo - SP.

(1) - Químico Industrial, Diretor das firmas:  
Celio Hugenneyer Cons. Inds. S/A Ltda.  
Eloxal-Hickey Indústria e Comércio Ltda.

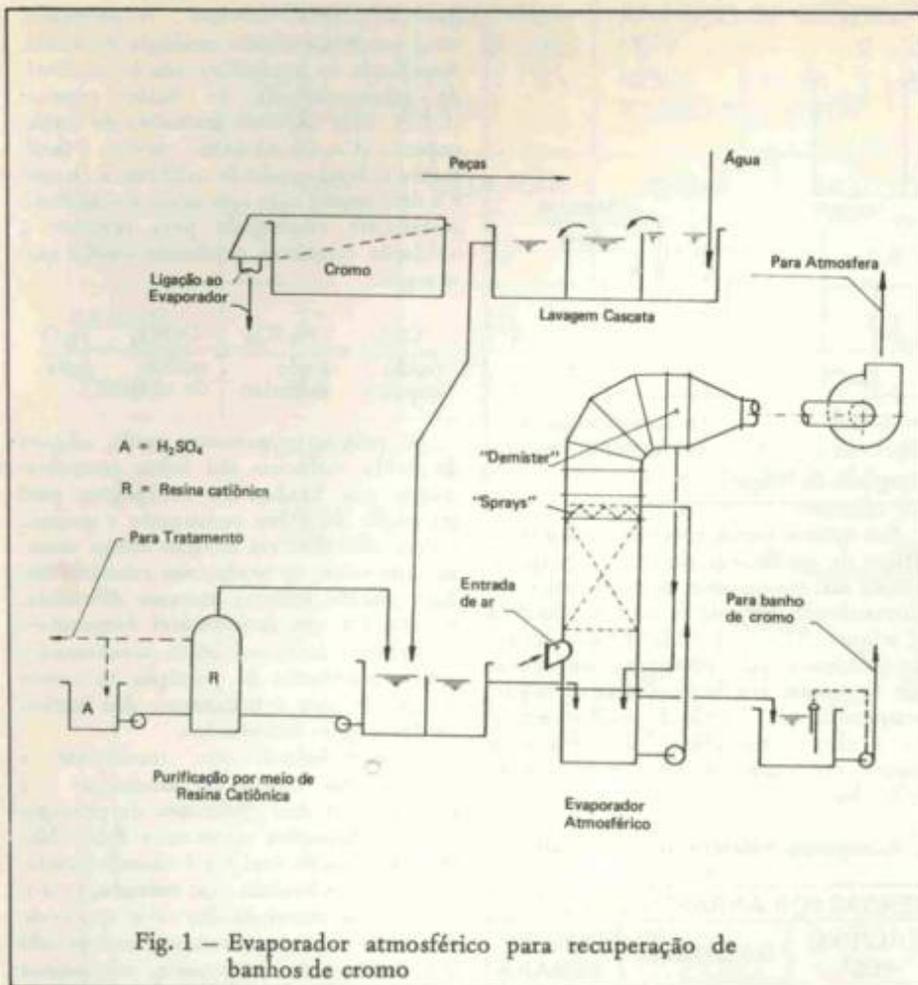


Fig. 1 - Evaporador atmosférico para recuperação de banhos de cromo

não havendo efluentes a tratar, salvo o efluente do sistema de purificação que é de pequeno volume e concentração. O sistema de purificação é necessário para remover as impurezas catiônicas (Cu, Ni, Zn, Al, etc.) que aumentam de teor devido à recuperação (reciclagem). As impurezas aniônicas (sulfatos, cloretos, etc.) são removidas pelos processos convencionais de precipitação.

A fim de que a recuperação por evaporação seja economicamente viável é imprescindível o emprego de lavagem em cascata e de um critério mais técnico na determinação da vazão de água, assunto que abordaremos em seguida, pois é uma parte importante dos processos de evaporação e, também da conservação da água.

### 1.1 Lavagem em cascata e vazão de água necessária

Lavagem nada mais é do que a diluição dos banhos aderidos a superfície das peças e o critério - tradicional e empírico - de lavar as peças é o de usar grandes volumes de água.

Existe, no entanto, um critério mais técnico que - sem prejuízo da "qualidade" de lavagem - reduz drasticamente o volume de água necessário, diminuindo consideravelmente os gastos com este

insumo e possibilitando a recuperação do arrasto (drag-out) por evaporação.

Este critério baseia-se nos princípios da Teoria de lavagem e consiste no seguinte:

1º Estabelecer o "Rinse Ratio" (R) em função da concentração do banho a ser lavado ( $C_b$ ) e concentração final permitida no tanque de lavagem ( $C_f$ ), através das fórmulas:

a.  $R = \frac{C_b}{C_f}$  - quando se usa 1 (um) tanque de lavagem.

b.  $R = \sqrt{\frac{C_b}{C_f}}$  - quando se usam 2 (dois) tanques de lavagem em cascata.

c.  $R = \sqrt[3]{\frac{C_b}{C_f}}$  - quando se usam 3 (três) tanques de lavagem em cascata.

$R = \sqrt[i]{\frac{C_b}{C_f}}$  - onde  $i = n^\circ$  de tanques de lavagem.

$C_b$  e  $C_f$  em g/l.

2º Estabelecer o arrasto (DO) do banho, em l/h.

3º Estabelecer a vazão de água necessária (Q), em l/h, em função de R e DO através da equação:

$$Q = R \times DO$$

Exemplo:

Vazão de água necessária para lavagem de peças após um banho de cromo, operando nas seguintes condições:

Concentração do banho: 250 g/l -  $CrO_3$   
Arrasto (drag-out): 2 l/h.

Concentração permitida no tanque de lavagem (final): 0,025 g/l.

1 - Para estabelecer R:

a. com um tanque de lavagem

$$R = \frac{250 \text{ g/l}}{0,025 \text{ g/l}} = 10.000$$

b. com 2 (dois) tanques de lavagem em cascata

$$R = \sqrt{\frac{250 \text{ g/l}}{0,025 \text{ g/l}}} = 100$$

c. com 3 (três) tanques de lavagem em cascata

$$R = \sqrt[3]{\frac{250 \text{ g/l}}{0,025 \text{ g/l}}} = 21,55$$

2 - Para estabelecer Q:

a. com 1 (um) tanque de lavagem

$$Q = 10.000 \times 2 = 20.000 \text{ l/h}$$

b. com 2 (dois) tanques de lavagem em cascata

$$Q = 100 \times 2 = 200 \text{ l/h}$$

c. com 3 (três) tanques de lavagem em cascata

$$Q = 21,55 \times 2 = 43,1 \text{ l/h}$$

A lavagem em cascata aplica-se a qualquer banho e as vantagens são tão evidentes que dispensam maiores critérios.

Achamos, no entanto, importante ressaltar que à medida que R diminui, a "qualidade" da lavagem pode ser prejudicada, não devido à vazão, mas devido à falta de renovação do filme de água ao redor da superfície das peças. Esta deficiência pode ser facilmente contornada com o emprego de agitação a ar ou mecânica nos tanques de lavagem.

2. Recuperação de banhos por meio de precipitação química

A recuperação de banhos por meio de precipitação química é outra forma bastante objetiva de reduzir os custos dos acabamentos e minimizar os investimentos e custos operacionais das instalações de tratamento de efluentes.

Tomando-se como exemplo um processo bastante difundido, o níquel, constatamos que as perdas de banho por arrasto (drag-out) para as águas de lavagem representam 10 a 15% do total de gastos com ânodos.

Essas perdas são, no entanto, perfeitamente evitáveis pelo emprego de processos de recuperação, dentre os quais destacamos o processo de Recuperação Integrada(1) que é um complemento do inter-

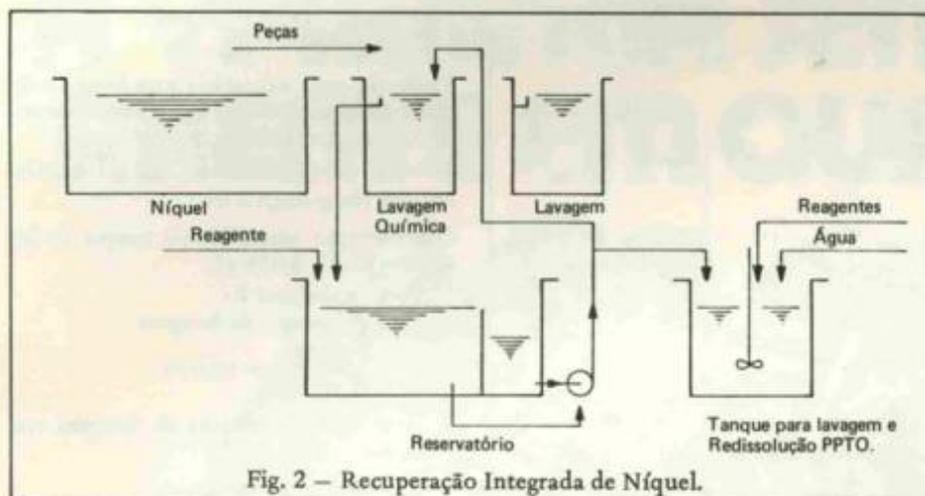


Fig. 2 — Recuperação Integrada de Níquel.

nacionalmente conhecido Tratamento Integrado(1). Neste processo, ilustrado na Figura 2, as peças, ao invés de serem transferidas do banho de níquel para um tanque de lavagem com água corrente ou estática, são transferidas para um tanque de lavagem química, onde os sais de níquel carregados são precipitados e posteriormente dissolvidos e re-usados no banho.

Os sais de níquel são precipitados na forma de carbonato e redissolvidos como sulfato. O sistema, desde que convenientemente projetado e operado, não afeta o

Em muitos casos, estes processos específicos de purificação do níquel recuperado não são necessários, pois, os processos convencionais de purificação dos banhos de níquel (alto pH e eletrólise seletiva) são suficientes para remover as impurezas que retornam aos banhos com o níquel recuperado. Na Tabela 3, pode-se observar o efeito das adições de sulfato de níquel recuperado no teor de impurezas do banho.

### 3. Recuperação eletrolítica de metais

| BANHO<br>NÍQUEL<br>GAL. | PRODUÇÃO               |                  | PERDAS POR ARRASTO (DRAG-OUT) |          |                    |
|-------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------|----------|--------------------|
|                         | PÉS <sup>2</sup> /HORA | HORAS/<br>SEMANA | GAL/1000<br>PÉS <sup>2</sup>  | GAL/HORA | LBS. Ni/<br>SEMANA |
| 300                     | 300                    | 50               | 5                             | 1,5      | 56                 |
| 300                     | 250                    | 40               | 3                             | 0,7      | 27                 |
| 480                     | 400                    | 80               | 3,5                           | 1,4      | 84                 |
| 1.600                   | 1.000                  | 120              | 5                             | 5        | 450                |
| 400                     | —                      | 80               | —                             | 5        | 300                |
| (TAMBO-<br>RES) 3.600   | 2.500                  | 96               | 4                             | 10       | 960                |

TABELA 2 — Perdas por arrasto (drag-out) de banhos de Níquel de vários tamanhos (Ni METAL = 12 oz/GAL.).

acabamento, nem os banhos e se amortiza rapidamente. A pureza dos sais de níquel recuperados é, em geral, perfeitamente satisfatória para o reforço dos banhos, mesmo os brilhantes.

As impurezas orgânicas carregadas com o "drag-out" não retornam ao banho, visto que não precipitam e são portanto, removidas com o filtrado e a lavagem do precipitado.

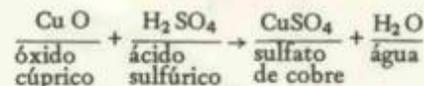
As impurezas metálicas (ferro, cobre, zinco, etc.) co-precipitam com o níquel, mas podem ser facilmente eliminadas, lavando-se, por exemplo, o precipitado com solução de NaOH para redissolução do zinco e elevando-se o pH do precipitado redissolvido para precipitação do ferro.

A recuperação eletrolítica de metais carregados para as águas de lavagens deveria ser uma prática comum em todas as instalações de tratamentos superficiais de metais, principalmente nas que operam com metais preciosos (ouro, prata, etc.) ou de alto valor comercial.

Os processos de recuperação eletrolítica são, em geral, bastante simples e o investimento nos sistemas se amortiza em prazos bastante curtos. A título de exemplo, abordaremos com mais detalhes o processo de recuperação eletrolítica de cobre e regeneração simultânea do ácido sulfúrico de banhos de decapagem.

Os processos de fabricação de fios, tubos, barras, etc, de cobre submetem o material a operações a temperaturas eleva-

das (laminação, extrusão, recosimento, etc.) que ocasionam a oxidação do metal. A película de óxido formada é constituída principalmente de óxido cúprico (CuO), com algumas inclusões de óxido cuproso (Cu<sub>2</sub>O). O óxido cúprico é facilmente solúvel em ácido sulfúrico a quente e a decapagem com este ácido é o método geralmente empregado para remover a oxidação do metal, conforme reação que se segue:



Na prática comumente usada, adições de ácido sulfúrico são feitas periodicamente aos banhos de decapagem para reposição do ácido consumido e quando o teor de cobre em solução atinge determinado valor, os banhos são substituídos. Esta prática, embora bastante difundida, resulta em um considerável desperdício de cobre e ácido sulfúrico, ocasionando, ainda, problemas de poluição ou custos adicionais com o tratamento dos banhos de decapagem descartados.

Considerando-se que, atualmente, a redução dos custos de fabricação e a minimização dos problemas de poluição são preocupações constantes das indústrias, é injustificável e até mesmo irracional seguir aplicando esse método, pois o cobre é um metal de alto valor, que pode ser fácil e economicamente recuperado dos banhos de decapagem, obtendo-se ainda, como consequência:

- a. a regeneração simultânea do ácido sulfúrico consumido;
- b. a eliminação dos problemas de poluição causados pelo descarte desses banhos ou os gastos com a necessidade de tratá-los;
- c. um processo de decapagem com resultados mais satisfatórios e uniformes, pois, através da recuperação eletrolítica do cobre e regeneração do ácido sulfúrico, o teor destes produtos nos banhos de decapagem é mantido em níveis praticamente constantes.

O processo para recuperação do cobre e regeneração do ácido sulfúrico consiste na instalação de uma ou mais células eletrolíticas funcionando simultaneamente com os banhos de decapagem conforme ilustram a Figura 4 e as explicações a seguir.

O banho de decapagem é bombeado continuamente para a célula de recuperação eletrolítica, onde o cobre em solução é depositado nos cátodos e o ácido sulfúrico é regenerado nos ânodos. O cobre depositado nos cátodos é eletrolítico, de alta pureza.

Através deste processo, o teor de cobre nos banhos de decapagem é mantido em níveis constantes e baixos (10-15 g/l) e a substituição dos banhos é, em geral, efetuada após anos de operação e somen-



# EVOLUÇÃO DOS TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Prof. Dott. Eugenio Bertorelle  
Via Campigli, 16  
21100 VARESE  
Itália

O desenvolvimento contínuo da tecnologia dos tratamentos superficiais em função das exigências dos produtos, assim como os efeitos devidos à necessidade de se economizar e recuperar, de acordo com as presentes Normas de controle da poluição, energia, água e metais, têm proporcionado uma evolução dos tratamentos superficiais desde critérios basicamente estéticos (por exemplo brilho ou cor) para critérios de aplicação técnica funcional (por exemplo de proteção ou resistência ao desgaste).

A este respeito, vale observar as realizações recentes da moderna indústria automobilística. Por exemplo, no automóvel FIAT Ritmo, os para-choques são recobertos em plástico e as maçanetas das portas são protegidas por pintura; o acabamento externo brilhante em níquel-cromo, pouco funcional, quanto à reflexão da luz e à resistência aos impactos, foi assim, substituído por materiais plásticos e pintura.

Além disso, as técnicas de resistência à corrosão e ao desgaste impuseram novas soluções para tratamentos "estratégicos" nas áreas da eletrônica, da eletrotécnica, da mecânica e da tecnologia espacial.

Também os tratamentos com metais preciosos para fins decorativos, em que as qualidades estéticas (brilho, cor, texturização, etc.) permanecem predominantes, apresentam importante desenvolvimento de acabamentos de extrema sofisticação, mediante o uso da tecnologia como a da fotogração e a da eletrodeposição seletiva (por exemplo, o setor dos circuitos impressos para a eletrônica).

Além disso, devem ser mencionados os excelentes resultados dos processos de revestimentos compostos, as ligas eletrolíticas, a deposição por redução química, as conversões químicas ou por oxidação anódica, os tratamentos de tipo físico (cathodic sputtering, ion plating, plasma mechanical plating etc.) e de tipo térmico (galvanização, dactometização, banho de alumínio, sherardização, estanhagem etc.). A maioria desses novos processos, e especialmente os tratamentos de tipo físico, contribuíram, além de possuírem

outras vantagens, para solucionar os problemas de poluição, uma vez que, não se utilizando água como veículo para a deposição, os resíduos líquidos a serem depurados não existem.

Na área dos processos galvânicos, deve ser assinalada a progressiva substituição do método clássico de eletrodeposição em corrente contínua (produzida por uma pilha, por um gerador ou por um retificador) por métodos que utilizam corrente pulsante, métodos estes que proporcionam grandes vantagens quanto às características morfológicas das camadas metálicas.

Com efeito, a galvanotécnica utilizou-se dos subsídios da eletrônica, na forma de equipamentos (por enquanto de potência limitada) que proporcionam excelentes resultados quanto à deposição, junto com a simplificação dos eletrólitos. Estes equipamentos utilizam impulsos quadrados de corrente contínua com durações da ordem dos milissegundos ou microsegundos, tanto no sentido direto quanto no sentido inverso, e com frequências variáveis. Atuando oportunamente sobre os tempos "vivos" e os tempos "mortos" nos sentidos direto e inverso, obtém-se o condicionamento da quantidade de núcleos de germinação e do tamanho dos grãos depositados,

conseguindo-se assim as características desejadas de microdureza e de morfologia da camada. Supõe-se que durante as pausas no fluxo de corrente, a criação e o crescimento dos núcleos sejam limitados por novos núcleos, resultando numa estrutura da camada mais fina e compacta do que no caso da eletrodeposição em corrente contínua.

Durante o processo galvânico convencional em corrente contínua, o campo elétrico no eletrólito caracteriza-se por um movimento de íons, o qual contribui à disomogênia polarização da superfície catódica. O resultado é geralmente uma camada de espessura maior na proximidade das extremidades da peça, com relação ao centro. A eletrodeposição por corrente pulsante proporciona, pelo contrário, um movimento harmônico dos íons, resultando num fluxo linear em direção da superfície catódica, através da camada difusora do cátodo.

Em decorrência disto, a distância entre ânodo e cátodo torna-se muito menos crítica do que no processo em corrente contínua. Enquanto com o processo tradicional, mesmo com movimento catódico, com determinadas densidades de corrente ocorre a "queima" das peças nas bordas ou nas pontas, com o processo por corrente pulsante tal limitação ocorre

*Professor e Doutor, Eugenio Bertorelle é formado em Química pela Universidade de Pavia e dono de um currículo profissional com mais de vinte itens. Em sua recente visita ao Brasil, Bertorelle participou do ciclo de palestras do EBRATS' 81, proferindo palestra sobre a Evolução dos Tratamentos Superficiais.*

*Professor Bertorelle é também editor da revista "Galvanotécnica", a qual fundou em 1950. Sua dedicação à Galvanoplastia já lhe rendeu inúmeras homenagens internacionais e é o autor do "Tratado de Galvanização Eletrolítica", que na América do Sul recebeu o nome de "Bíblia da Galvanização Eletrolítica".*

apenas com densidades de corrente muito mais elevadas.

As vantagens da camada obtida por eletrodeposição por corrente pulsante (ou eletrodeposição "pulsada") podem ser assim resumidas:

1. melhor uniformidade da camada e seu nivelamento;
2. utilização de densidades de corrente maiores;
3. maior dureza obtida sem oclusão de hidrogênio e portanto invariável após recozimento;
4. redução notável das tensões internas;
5. redução notável das microfissuras;
6. maior utilidade e redução das microporosidades;
7. redução da fragilidade devido à presença de hidrogênio.

Se for considerado, ainda, que com este método podem ser utilizados eletrólitos "simplificados" no que se refere ao uso de sais e aditivos, obtendo-se características excelentes das camadas, por meio da oportuna variação das frequências dos impulsos, tanto diretos quanto inversos, pode-se concluir que o processo de eletrodeposição por impulsos de corrente representa um importante progresso na obtenção de produtos de alta qualidade com economia de metais e de produtos químicos.

Cabe ainda ressaltar que o emprego deste método influi sobre a densidade máxima de corrente, permitindo desta maneira reduzir as desvantagens devidas à descarga simultânea no hidrogênio e obter depósitos metálicos aceitáveis mesmo com soluções com baixa concentração iônica.

É possível influir sobre o valor máximo da densidade de corrente, também por meio de leitos fluidizados com materiais inertes diversos (por exemplo micro-esferas de vidro), visando assim obter turbulências elevadas nas proximidades dos eletrodos, ou então por meio de partículas condutivas não aderentes, visando proporcionar agitação e aumento da superfície dos eletrodos.

É possível portanto, utilizando eletrodeposição por corrente pulsante em conjunto com sistemas de leitos fluidizados, obter mesmo com soluções muito diluídas a separação eletrolítica quase total. Este fato é de grande importância para fins de recuperação dos metais pesados a partir dos produtos de descarga.

O desenvolvimento da técnica eletroquímica e o aumento das exigências de produção exigiram a evolução das instalações correspondentes. Novos critérios construtivos baseiam-se na utilização de sistemas automáticos, numa vida útil de projeto de pelo menos dez anos, na utilidade dos ciclos, no respeito das Normas de prevenção dos acidentes e antipoluição.

Para reduzir ao mínimo a poluição, a instalação deve ser cuidadosamente dimensionada na fase de remoção do líquido (que pode ser obtido mantendo o suporte ou a cesta acima do banho durante oito a dez segundos) e na fase de lavagem (aconselha-se o sistema de contralavagem múltipla com agitação a ar ou por vibração). Tais métodos reduzem o arraste das soluções, e subsequentemente permitem economizar nos ciclos de depuração.

As unidades centrais de controle que regulam o movimento automático de uma ou mais cargas, o fluxo de corrente, o fluxo dos líquidos, os aspiradores, a temperatura, o pH e os outros fatores objetos de controles analíticos, assim como a operação da instalação, tornaram-se assim o cérebro eletrônico da unidade de produção, tendo também capacidade de elaborar estatísticas globais de operação no fim do dia.

Algumas instalações em que se fazem necessárias partidas e paradas instantâneas dos suportes das ganchetas, incluem microprocessadores para regulação dos motores das unidades transportadoras.

Outros aperfeiçoamentos incluem a recuperação do calor, através de bacias de pré-aquecimento, e métodos visando aumentar a vida útil das soluções de decapagem e desengraxe (por exemplo por separação dos óleos por ultrafiltração) ou visando limitar o arraste das ganchetas.

No tocante a estas últimas, a indeformabilidade é obtida por meio de materiais plásticos especiais, por exemplo o Solef (tecnopolímero fluoretado) com excelente resistência mesmo a 160°C.

Um bem conhecido equipamento de fabricação suíça, destinado a tratamentos diversos de peças miúdas numa bacia única - o Vibrobot - foi posteriormente aperfeiçoado visando obter produções elevadas especialmente na indústria dos componentes eletrônicos e das peças de precisão. O uso deste equipamento com corrente pulsante, direta ou inversa, permitiu obter resultados notáveis: uniformidade das camadas, eliminação dos refugos, aumento de velocidade de deposição, eliminação dos tratamentos químicos de decapagem (por exemplo, eliminação de decapagem de latão por solução nítrica).

Cabe ainda assinalar os progressos das técnicas de eletrodeposição seletiva do ouro na indústria dos contatos e dos semicondutores por meios dos sistemas de imersão (dip-selective) e a jato (jet-selective). Também nestas técnicas, a utilização de corrente pulsante, direta ou inversa, proporciona notáveis vantagens nas características das camadas e subsequentemente, economia de metais.

## Flexibilidade das Indústrias de Galvanoplastia

As empresas que atuam na área de galvanoplastia incluem basicamente empresas autônomas que trabalham para terceiros e divisões de empresas integradas de grandes dimensões. Na Europa, as empresas autônomas constituem a maioria dos casos, representando de 15 a 20% do total das empresas de subfornecimento. Os seguintes setores utilizam tais empresas: indústria automobilística, indústria aeronáutica, indústria de componentes elétricos e eletrônicos, relojoaria, bijuteria, ourivesaria, indústria mecânica, indústria dos móveis, utilidades domésticas e materiais de construção (alumínio). As empresas montadoras de automóveis de uma certa importância contribuem com cerca de 1/4 do faturamento das empresas de galvanoplastia; seguem na ordem, as indústrias aeronáuticas, a indústria mecânica, de relojoaria e de ourivesaria.

A variedade dos tratamentos de superfície e a diversidade das peças impõem certa flexibilidade quanto às instalações e aos processos disponíveis nas empresas de galvanoplastia, embora haja certa escolha de determinadas especialidades. Ocorre portanto a identificação de setores: por exemplo, as indústrias do cromo duro, das esquadrias enodizadas, dos componentes eletrônicos e das peças miúdas de precisão zincadas constituem divisões autônomas visando se especializar de acordo com as modernas exigências tecnológicas. Por exemplo, na indústria automobilística surgem os acabamentos opacos, frequentemente de cor preta anti-refletiva. Neste caso, a cromeação preta ou a niquelagem preta parecem possuir um bom futuro, todavia a concorrência dos acabamentos pintados prevalece geralmente, tanto por razões de custo quanto pela maior duração da peça acabada (com efeito, uma empresa de Turim substituiu a cromeação preta dos limpadores de parabrisa pela pintura eletrostática, conseguindo maior economia e ao mesmo tempo produtos decididamente mais resistentes à corrosão).

Tal flexibilidade existe também nos tratamentos de superfície clássicos com metais moles. A cadmiagem está sendo substituída progressivamente pela zincagem. Na indústria elétrica, novas ligas de menor teor em metais preciosos são introduzidas, junto com a técnica da deposição por corrente pulsante, visando não somente compensar o aumento de custo de tais metais mas também para melhor resolver problemas de corrosão e de desgaste. Na década de 1970, a indústria eletrônica europeia passou de 23 toneladas para 20 toneladas de consumo anual de ouro, apesar do aumento de produção dos componentes eletrônicos.

Isso demonstra a progressiva substituição dos revestimentos à base de ouro por revestimentos em ligas ternárias com elevado teor de prata, ou binárias do tipo estanho/chumbo ou níquel/estanho.

No que se refere ao cobre, está prevista a diminuição do seu uso devido à insegurança no abastecimento e à dificuldade no tratamento dos efluentes: isto concerne especialmente à indústria dos circuitos impressos que aproveitará bases de alumínio com cobertura localizada em cobre.

As empresas de galvanoplastia, por sua flexibilidade e sensibilidade no tocante a novos produtos, deverão considerar também o desenvolvimento dos painéis solares. Nesta área os processos de cromeação preta, de niquelação, cobreação ou cobertura em alumínio preto têm boas possibilidades, sob condição de serem bem estudados e bem aplicados, e em consideração da forte concorrência da pintura por meio de produtos especiais.

Na área da indústria mecânica e eletrônica, a demanda orienta-se para as camadas de proteção anti-desgaste, anti-erosão ou autolubrificantes, pelo que a cromeação dura está sendo substituída pela niquelação química. Este tratamento apresenta dureza excelente, junto com poucos problemas de execução. Também são preferidos processos chamados "físicos" utilizando técnicas de vácuo (ion plating, cathodic sputtering, etc.) que proporcionam camadas mais duras e com menos coeficientes de fricção (por exemplo, nitreto ou carbureto de titânio). É outrossim previsto o sucesso sempre maior dos processos físicos de tratamento superficial dos materiais plásticos, os quais permitem conseguir economias da ordem de 20% com relação aos processos eletrolíticos, poupando ao mesmo tempo problemas de tratamento de controle da despoluição. Um exemplo neste sentido é a linha de cathodic sputtering instalada nas usinas Renault.

Este panorama mostra claramente que a indústria de galvanoplastia deve ficar bem atenta à evolução tecnológica e estar disposta a acolher as solicitações de mercado, cuja tendência é substituir o lado decorativo pelo funcional e pelo tecnicamente aceitável.

Ao mesmo tempo, as indústrias de galvanoplastia deverão desenvolver laboratórios de pesquisa e de controle, equipados com os melhores dispositivos e com o melhor pessoal disponível. Isto leva, como consequência, à necessidade da formação de técnicos e da criação de escolas especializadas.

## OS PROCESSOS MAIS SIGNIFICATIVOS

Visando reduzir os custos e contemporaneamente obter deposições de alta

qualidade em peças especiais, ou melhor, sobre áreas determinadas das peças, o processo de eletrodeposição seletiva conforme citado anteriormente, está obtendo sempre maior sucesso. As áreas de maior interesse para este tratamento são aquelas dos componentes eletrônicos, as que necessitam de solda eletrolítica (por exemplo, por meio de uma camada galvânica ligando e fixando entre si duas peças metálicas) e aquelas que necessitam de consertos ou aplicações por meio de ânodos móveis (processos com tampão).

O Vibrobot, citado anteriormente, foi um aperfeiçoamento no tocante ao controle automático, à troca dos ânodos e aos conjuntos de dispositivos opcionais para tratamentos especiais, por exemplo, sobre pequenas correntes. A este respeito, cabe observar que por meio de sistemas a corrente pulsante com inversão periódica, podem ser obtidos grandes volumes de produção mesmo em banhos parados executando niquelação preliminar (de boa penetração e uniformidade) sem que a corrente fique rígida; sucessivamente é executada a douração.

Outro processo em grande desenvolvimento consiste na galvanização rápida, com elevada velocidade de deposição por meio de circulação forçada do eletrólito (esta é utilizada também para recuperação eletrolítica dos metais). Desta maneira são usadas densidades de corrente muito elevadas, sem prejuízo da eficiência nem da qualidade da camada. O processo italiano BETACHROME obtém a aplicação de cromo duro em hastes de diâmetro variável em movimento contínuo no banho, utilizando também a circulação do eletrólito; o processo francês CETIM-SENLI obtém o mesmo resultado sobre hastes fixas no banho, encapadas pelo ânodo. Ambos os processos proporcionam resultados excelentes tornando geralmente dispensável a operação final de retífica.

São também de grande interesse os tratamentos compostos, caracterizados por uma matriz metálica (por exemplo, níquel eletrolítico ou níquel químico) em que está introduzido um produto mineral (por exemplo, alumina, carbureto de silício), ou um produto orgânico (por exemplo, Teflon). Desta maneira, são obtidas qualidades físico-mecânicas particulares, que influem sobre características como dureza, autolubrificação, resistência ao desgaste e resistência à corrosão dos produtos. Geralmente o conteúdo de partículas sólidas minerais na camada está por volta de 10%; entretanto, o mesmo pode ser aumentado, ou pela presença de grandes cátions monovalentes, ou pela variação do pH do banho, da densidade da corrente, da agitação, ou pelo uso de ultrassom ou de força centrífuga. O uso de Teflon numa solução de niquelação química pode permitir camadas com, até 40% de fluopolímero.

Deve sempre ser considerado que a niquelação química, com ou sem aditivos visando aumentar sua resistência à corrosão, é uma concorrente importante da cromeação dura.

De maneira análoga à acima citada, procura-se obter o endurecimento do ouro nos contatos elétricos, visando assim reduzir sua espessura. O mesmo pode ser obtido pela aplicação dos sistemas a corrente pulsante.

No tocante aos tratamentos superficiais na eletrotécnica e na eletrônica, as realizações recentes procuram obter camadas de menor porosidade, menores teores em metal puro, maior dureza, em igualdade de resistência à corrosão. As ligas ouro-prata e ouro-cádmio têm dado bons resultados. As ligas ouro-cobalto, ouro-níquel e ouro-ferro são muito utilizadas em função de sua dureza (em torno de 380 Vickers para as ligas com 20% de níquel), porém apresentam a desvantagem de uma resistência de contato elevada. Neste sentido melhores resultados são obtidos por meio de ligas ouro-estanho e ouro-paládio, bem como de ligas ternárias ouro-cádmio-cobre e ouro-prata-paládio.

Para o caso dos contatos deslizantes, recentes pesquisas aconselham a introdução de lubrificantes como grafite ou bisulfureto de molibdenio em matriz de prata. Para os contatos deslizantes são aplicadas também ligas binárias e ternárias, assim como ródio, platina, paládio, rênio, órmio e rutênio. Este último metal é utilizado também para camadas decorativas e protetivas, por seu aspecto similar ao de aço inoxidável e por sua dureza (pode ser usado na indústria dos óculos, das canetas e das peças submetidas a manipulação). Para o mesmo fim é usada a cromeação com cromo trivalente ressaltando-se a cor cinza-azulada da camada. Como alternativa, há eletrodeposição da liga estanho-cobalto tanto com banhos ácidos quanto com banhos alcalinos.

Um dos metais que mais interessam no que concerne à sua economia e à sua recuperação, especialmente nesta época em que são enfatizados os problemas de poluição, é, sem dúvida o cromo. Embora seu uso como metal decorativo esteja diminuindo de maneira importante, deve ser notada a tendência ao uso de banhos de ácido crômico diluído (50-100g/l), à temperatura de 20-30°C, os quais possuem excelente penetração.

Como variante da cromeação tradicional, há a cromeação preta, obtida com soluções de ácido crômico com ácido acético em substituição do ácido sulfúrico, com aditivos tais como nitrato de sódio, uréia ou sais de vanádio. Densidades de corrente da ordem de 20-30 A/dm<sup>2</sup> à temperatura ambiente permitem obter camadas com espessura de 3-70μ. Tais camadas, usadas com espessura da

# TECNOREVEST



GUIA DE PRODUTOS

# E

sta é a edição atualizada de nosso GUIA DE PRODUTOS, no qual você encontra uma representativa amostra de nossos produtos, processos e serviços.

Contamos com know-how de três das melhores empresas do mundo no setor — LeaRonal, Schlotter e Mac Dermid. Isto nos permite estar sempre absolutamente atualizados com os mais recentes desenvolvimentos e oferecer os melhores produtos para a mais variada gama de acabamentos.

Nossas amplas e funcionais instalações incluem linha piloto, moderna seção de refino de metais preciosos, além de laboratório equipado inclusive com espectrofotometro de absorção atômica.

Apesar de termos crescido muito, não esquecemos a receita que foi fator decisivo para este sucesso — Assistência Técnica. Nosso pessoal de campo tem larga experiência e presta um serviço a altura da qualidade dos produtos que fornecemos. Você pode colocar sua galvanoplastia em nossas mãos, porque oferecemos uma linha completa com o melhor know-how importado e uma eficiente Assistência Técnica com "jeitinho brasileiro".

## PROCESSOS DE OURO

- **Banhos Ácidos** livres de porosidade e com ótima dureza. Aplicações decorativas e técnicas. Brilhante tanto em espessas camadas como apenas flash. Pode ser usada a mesma solução para banhos parados ou rotativos.
- **Banhos Alcalinos** das mais variadas tonalidades, excepcional resistência ao desgaste e estabilidade da solução.

Todos os nossos processos de ouro oferecem absoluta uniformidade de cor através do tempo.

## PROCESSOS DE ZINCO

- **Zincagem Alcalina sem Cianetos** o processo que minimiza os problemas de poluição ambiental trazendo vantagens técnicas e econômica. Inúmeras instalações de grande porte funcionando no Brasil, confirmam as qualidades do processo.
- **Zincagem Ácida** — o processo aprovado em produção tanto para banhos parados como rotativos. Oferece um depósito excepcionalmente brilhante e nivelado a partir de uma solução fracamente ácida. Você pode optar pelo banho a base de cloreto de zinco e amonea ou o **livre de amonea**.
- **Zincagem Cianídrica** processo versátil e de fácil controle que trabalha em larga faixa de teores de cianeto.

## PROCESSOS DE NÍQUEL

- **Níquel Brilhante** com ótimo nivelamento e grande ductilidade. Agitação a ar ou mecânica. Permite **controle analítico dos aditivos**.
- **Nível Químico** estável, brilhante e de rápida deposição. Ideal para aço, alumínio e aço inox.

## PROCESSOS DE COBRE

- **Cobre Ácido Brilhante** excelente para linhas de plástico e também ferro. Banho de fácil controle usando apenas um aditivo para manutenção.
- **Cobre Alcalino Brilhante** de alta velocidade de deposição e ótimo brilho permitindo a niquelação direta sem operações intermediárias de lustração.
- **Cobre Pirofosfato** ideal para instalações que operam com ligas não ferrosas e onde o uso de cianetos é proibitivo.

## PROCESSOS DE CROMO

- **Banho de Cromo Catalizado** de ótima penetração, permite a obtenção de depósitos brilhantes e sem "queimas" em largas faixas de densidade de corrente.

## PROCESSOS DE CADMIO

- **Banho Ácido** — para depósitos altamente brilhantes e nivelados. Excelente velocidade de deposição e estabilidade dos abrillantadores. Pode ser usado em banhos rotativos ou parados. Obviamente **não contém cianetos**.
- **Banho Alcalino** de extrema facilidade de operação e excelente poder de penetração.

Ambos processos oferecem um depósito que possibilita uma fácil soldagem.

## PROCESSOS PARA A INDÚSTRIA ELETRÔNICA

- **Banhos de Ouro** livres de porosidade para todas as aplicações na indústria eletrônica, tanto para sistemas parados como rotativos: Banho que oferece depósito duro, e boa distribuição de camada. Especialmente desenvolvido para uso em circuitos impressos, conectores e contatos em geral. Banhos cuja deposição é ultra-puro, especialmente recomendados para sistemas de soldagem que exija ouro 24 quilates. Banhos para douração seletiva que permitem aplicação de altíssimas densidades de corrente oferecendo alta velocidade de deposição.
- **Estanho Ácido** produz depósito extremamente brilhante e com excelente soldabilidade. Banho de grande estabilidade e fácil operação.
- **Banhos de Prata** — destinado a produzir depósitos brilhantes a altas densidades de corrente, (inclusive solução formulada para aplicações especiais com densidade de corrente até 300A/dm<sup>2</sup>). Condutibilidade da camada é igual a da prata pura.
- **Circuitos Impressos** — linha completa, com todas as etapas: metalização de furos, cobre ácido, estanho-chumbo, níquel, ouro, corrosão para cobre, desengraxantes, removedores metálicos, tinta para silk-screen (plating resist), máscara de solda, fita para proteção.

## PROCESSOS DE METALIZAÇÃO DE PLÁSTICOS

- Linha completa para metalização de plásticos que oferece excepcional aderência e grande facilidade de operação. É o processo de maior aceitação em todo o mundo.

## ASSISTÊNCIA TÉCNICA

Nosso depto. técnico dispõe de pessoal altamente treinado para oferecer-lhe total cobertura:

\* Assistência para implantação e funcionamento dos processos.

\* Orientação para escolha do processo mais adequado e econômico.

\* Todo serviço de laboratório desde controle dos banhos até o controle do acabamento final.

Recorte e envie para:

**TECNOREVEST**  
produtos químicos Ltda.

Matriz - Rua Oneda, 40 - CEP 09700 - São Bernardo do Campo

Tel. PABX 452-4422 - Telex (011) 4464 - CP 557

Filial - Rua Dois de Maio, 364 - Bairro Jacaré - CEP 20961

Rio de Janeiro - Tel. 261-4813

# Uma resposta aos problemas atuais

## Acabamentos decorativos de:

- Níquel
- Cromo
- Zinco
- Prata
- Ouro
- Latão
- Cromação de plásticos
- Estanho para fins decorativos
- Rotativo com aspecto de cromado

## Produtos que minimizam a poluição:

- Zinco alcalino sem cianetos
- Zinco ácido
- Zinco ácido livre de amônia
- Removedores de camadas metálicas isentos de cianeto
- Passivadores para zinco isento de cromo hexa-valente

## Processos que diminuem os custos operacionais:

- Ouro "Duplex"
- Estanho para fins decorativos (bijouterias)
- Zinco Alcalino sem cianetos
- Desplacantes de ganchos e peças
- Níquel químico
- Rotativo com aparência de cromado

## Processos para indústria eletrônica:

- Ouro
- Prata
- Estanho ácido
- Estanho/Chumbo
- Processos para Circuitos Impressos
- Estanho/Níquel

Desejo também informações sobre . . . . .

. . . . .

. . . . .

Nome . . . . .

. . . . .

Cargo . . . . .

Firma . . . . .

Endereço . . . . .

. . . . .

# REMOVEDORES DE CAMADAS METÁLICAS

- **Removedor de Ouro** — Processo químico a frio de grande eficiência. Permite a recuperação do metal.
- **Removedor de Gancheiras** — Remove cobre, níquel, cromo e níquel químico com grande eficiência, rapidez e grande economia. A duração da solução é ilimitada, são feitos apenas reforços. A solução não contém cianetos.
- **Removedor para Peças** — Remove cobre, níquel, estanho, cádmio e níquel químico de diferentes metais base sem nenhum ataque. Custo operacional muitas vezes inferior aos processos convencionais. A solução **não contém cianetos**.

## REFINO DE METAIS PRECIOSOS

Modernas instalações, usando processos patenteados assegurando o máximo em recuperação de metais preciosos aliado a rapidez de serviço.

## DIVERSOS

- **Desengraxantes** — reconhecidamente eficientes para solução dos mais difíceis problemas.
- **Passivadores** — para zinco, cádmio e prata em ampla gama de concentrações para harmonizar os problemas de resistência a

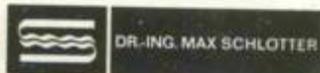
corrosão e custos. Cromatizações negra e verde oliva de alto valor protetivo e grande facilidade operacional e de controle.

- **Oxidantes** — conferem película negra para ferro, zinco, zamack, cobre e prata.
- **Latão** — banho de alta velocidade de deposição e depósitos brilhantes em todas as densidades de corrente. Para banhos rotativos e parados.
- **Mordentes** — para alumínio permitem a eletrodeposição e a deposição química com a máxima aderência.
- **Inibidores** e demais aditivos para decapagem, atuam como complemento do desengraxe e inibem o ataque do ácido ao metal.
- **Laca** — solúvel em água para proteção de zinco e outros metais.
- **Anti-Fumos** — para banhos de anodização e decapagem.
- **Supressor** de fumos para banhos de cromo.
- **Desencrustante** para ânodos de banhos de cromo.
- **Eletrobrilhantamento** para alumínio e inox.
- **Abrilhantamento** químico para alumínio, ouro e cobre.
- **Removedores** de tintas.
- **Rotativo** — depósito com a aparência de cromado pode ser obtido com banho rotativo.



**TECNOREVEST**  
produtos químicos ltda.

Matriz — Rua Oneda, 40 — CEP 09700 — São Bernardo do Campo  
Tel. PABX 452-4422 — Telex (011) 4464 — CP 557  
Filial — Rua Dois de Maio, 364 — Bairro Jacaré — CEP 20961  
Rio de Janeiro — Tel. 261-4813



ordem de  $7\mu$  nos painéis solares, possuem excelentes características de absorção dos raios solares, junto com pequeno poder de emissão. Seus concorrentes são os tratamentos especiais ou as pinturas aplicadas em chapas corrugadas de alumínio ou cobre. Para estes painéis, também a niquelação preta permite obter bons resultados. Algumas indústrias produzem chapas niqueladas pretas, comercializadas em rolos.

O níquel representa talvez o metal de maior interesse da galvanotécnica; atualmente é possível se obter também camadas brilhantes de níquel em banhos diluídos à temperatura ambiente sem cloretos, e por meio de corrente pulsante. Além disto, as ligas de níquel com ferro e outros metais (zinco, cobre, estanho, etc) são apropriadas para camadas especiais anti-corrosivas, com banhos de sulfato e cloreto, banhos de fluoborato, citrato, pirofosfato e sulfamato. A partir destes últimos banhos, com concentrações da ordem de 400-500 g/l de sulfamato de níquel e de 10 a 20 g/l de cloreto de níquel com pH baixo, temperatura elevada e com aditivos, são obtidas excelentes peças eletroformadas, com ausência de tensões internas.

O cobre permanece sendo um metal básico de grande importância, esta devendo aumentar, tendo em vista sua aplicação sobre o alumínio bem como os melhoramentos obtidos nas camadas de zinco (latão) e com estanho (bronze). Na maioria dos casos são usados banhos de cianeto e pirofosfato, embora algumas indústrias (circuitos impressos) utilizem banhos ácidos diluídos, e outras indústrias (peças eletroformadas, cilindros para impressão, etc) utilizem banhos ácidos concentrados.

O zinco merece um discurso à parte em função da sua importância na galvanostegia e da sua progressiva introdução como substituto do cádmio (recusado por sua nocividade). Além disso, observa-se a sempre maior procura, especialmente

por parte da indústria automobilística, de peças com tratamento anticorrosivo, o que coloca a zincagem entre os tratamentos mais utilizados. Existem atualmente quatro tipos de banhos: 1. banhos com elevados teores de cianeto; 2. banhos com baixos teores de cianetos; 3. banhos alcalinos sem cianetos; 4. banhos ácidos com ou sem sais de amônia.

Os banhos com baixos teores de cianetos são sempre mais utilizados, especialmente em função de sua baixa sensibilidade à impurezas metálicas; os banhos ácidos com sais de amônia, embora evitem os problemas de correntes do uso dos cianetos, põem outro de não fácil solução, relativo à eliminação dos íons amônia.

Como alternativa, especialmente para as peças miúdas, está sendo introduzido o "mechanical plating", ou seja o tratamento superficial obtido misturando por rotação mecânica pó de zinco, micro-esferas de vidro e ativadores diversos. Este processo, em que podem ser utilizados também pós de alumínio (daí um novo uso deste metal), é simples e proporciona camadas isentas de fragilização por inclusão de hidrogênio.

Um outro processo concorrente da zincagem eletrolítica e também da zincagem térmica, baseia-se na aplicação de camadas compostas de pós de zinco, ácido crômico (o qual é reduzido para cromo-trivalente durante o processo) e de um ligante orgânico. Este processo, conhecido sob o nome comercial DACROMET (do qual deriva o termo "dacrometização"), é apropriado para peças planas, parafusos e peças metálicas miúdas em geral e proporciona camadas de elevada resistência à corrosão, superior àquela obtida pela zincagem e cromação convencionais (fala-se de resistências ao teste da neblina da ordem de 2000 horas).

O acoplamento entre os tratamentos eletrolíticos e os tratamentos térmicos, especialmente usados nos processos de niquelação química, tanto com hipofos-

fito quanto com boreto, são também utilizados na estanhagem de peças de aço. Neste caso, as peças após decapagem são estanhadas em banho de óleo formando uma camada compacta e brilhante. Finalmente, o óleo é removido por meio de solvente e a peça é secada. As camadas obtidas têm espessura da ordem de  $7\mu$ . Desejando camadas de maior espessura, é necessário usar processos não eletrolíticos, particularmente a estanhagem térmica.

Entre os processos não eletrolíticos devem ser assinalados os desenvolvimentos obtidos nos processos baseados no uso de plasma e do tipo "ion plating". Tais processos apresentam vantagens para peças com características físico-mecânicas particulares.

Para tratamento superficial do alumínio, camadas intermediárias (zincagem e pré-tratamentos (também de oxidação), são métodos muito usados para se conseguir boa aderência das camadas sucessivas. Cabe aqui assinalar a niquelação química de camadas pretas sobre alumínio, utilizada nos painéis solares.

A oxidação anódica do alumínio, tanto para fins decorativos quanto para fins técnicos (anodização dura é obtida principalmente por meio de banhos sulfúricos, oxálicos ou crômicos tradicionais). A oxidação autocorante é objeto de diversas patentes, assim como a anodização com corrente alternada, e aquela com corrente alternada superposta à corrente contínua. Diversas pesquisas interessantes têm sido efetuadas com referência à natureza do alumínio anodizado.

Concluindo, deve ser ressaltada a evolução dos tratamentos superficiais metálicos para processos de elevada funcionalidade, utilizando ao máximo as possibilidades da galvanotécnica e se aproximando dos processos físicos ou de pintura, quando esses últimos forem impostos por suas características de baixa poluição, energética, qualitativas e econômicas.

## VOCÊ TEM PROBLEMAS?

MUITAS VEZES OS PROBLEMAS ENCONTRADOS NO ACABAMENTO DE SUAS PEÇAS  
PODEM ESTAR LIGADOS AO PRÉ-TRATAMENTO.

NÓS GOSTARIAMOS DE AJUDÁ-LO A CONSEGUIR O MELHOR ACABAMENTO AO  
MENOR CUSTO.

DESENVOLVEMOS PRODUTOS ESPECIALMENTE PARA VOCÊ.  
CONSULTE-NOS.



COMPLETA LINHA DE PROCESSOS PARA GALVANOPLASTIA.

**metal finishing** - química Rda.

Rua Minas Gerais, 156 - Vila Oriental - Diadema - Tel. 456-6084 - CEP 09900 - SP

# Evolução e aperfeiçoamento dos sistemas de Pintura

Eng<sup>o</sup> SÉRGIO FERNANDO BATISTA

*1.981 foi um ano difícil para a indústria brasileira!  
Convivendo com uma inflação elevada, fomos colhidos ainda pela  
recessão econômica e pela crise energética mundial.  
A crise energética em si, já vinha nos preocupando há longa data,  
em virtude de nossa dependência de petróleo e de nossas  
dificuldades crescentes em adquiri-lo.*

*Este trabalho não tratará sobre fontes alternativas de energia.  
Ele nasceu da necessidade de conseguirmos uma redução de consumo  
em tempo record, devido não só à redução das cotas de  
fornecimento, como também por necessidade de redução de custos,  
uma vez que os derivados de petróleo sofreram alterações de preço  
elevadíssimas e passaram a pesar demasiadamente em nossos  
orçamentos internos.*

*Discorremos sobre os Secadores de um modo geral, procurando ressaltar  
sua importância no contexto da qualidade final da pintura e,  
voltados ainda à redução de reprocessamento e ao  
reaproveitamento de energia.*

*Vamos iniciar, lembrando alguns pontos importantes do processo de  
polimerização de tintas e sobre o funcionamento dos  
secadores de pintura.*

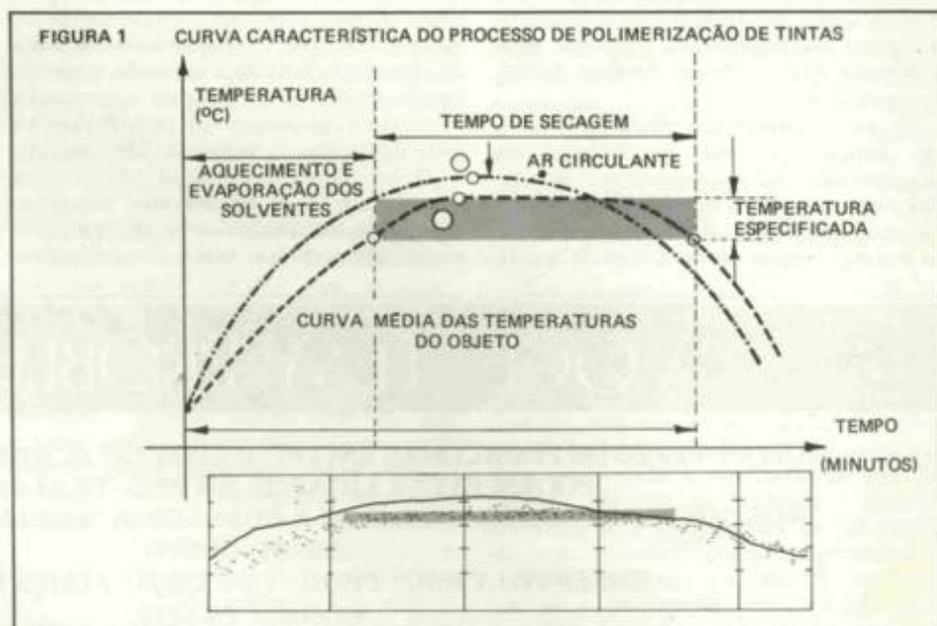
## 1. FUNDAMENTOS DO PROCESSO DE POLIMERIZAÇÃO DE TINTAS

### 1.1 Fases do processo:

A secagem de tintas se processa em duas etapas, conforme podemos verificar pela análise da Curva Característica de Polimerização de Tintas, na Figura 1.

Na primeira fase do processo, elevamos a temperatura da superfície pintada à temperatura de cura do material, obedecendo a um intervalo de tempo necessário para que ocorra a evaporação completa dos solventes participantes na composição do material. As especificações de tempo e temperatura, são funções diretas das características do material utilizado e da espessura das camadas aplicadas.

Na segunda fase, quando todo o solvente foi despreendido da estrutura do material, tem início a polimerização da resina. Este processo se completa após um período de tempo definido e, quando completo, tem-se a resina aglomerada em torno dos pigmentos, dando consistência à camada e constituindo a barreira anti-corrosiva desejada.



A análise da curva característica é efetuada através da comparação entre a temperatura da superfície metálica e do ar circulante, ao longo de todo o secador.

Temos então:

1<sup>o</sup> - Curva (A): indica a evolução das temperaturas em função do tempo de vários pontos de controle, selecionados na superfície metálica do objeto. As indicações desses pontos de controle, podem ser

observados na curva abaixo, de um de nossos secadores de pintura.

29 - Curva (B): indica a temperatura de ar circulante no interior da estufa, tomada por um ponto móvel deslocando-se ao longo do sistema.

### 1.2 Pontos fundamentais da curva característica:

A obtenção de uma curva de secagem ideal, baseia-se no controle de 4 pontos básicos do processo:

Ponto (1): Delimita o tempo de aquecimento e de evaporação dos solventes para o qual encontra-se regulado o secador.

Ponto (2): Determina o pico de temperatura ao qual o objeto está sendo submetido, bem como o local do secador em que o mesmo está ocorrendo.

Ponto (3): Indica o instante em que a temperatura do objeto se tornou menor do que a temperatura especificada.

Ponto (4): A conceituação do ponto (4) visa oferecer condições de controle do diferencial de temperaturas existente entre o ar circulante no sistema e o objeto pintado.

### 1.3 Distorções nas curvas de secagem e defeitos característicos:

A deslocação de qualquer destes 4 pontos da posição indicada na curva ideal, gera defeitos de pintura característicos.

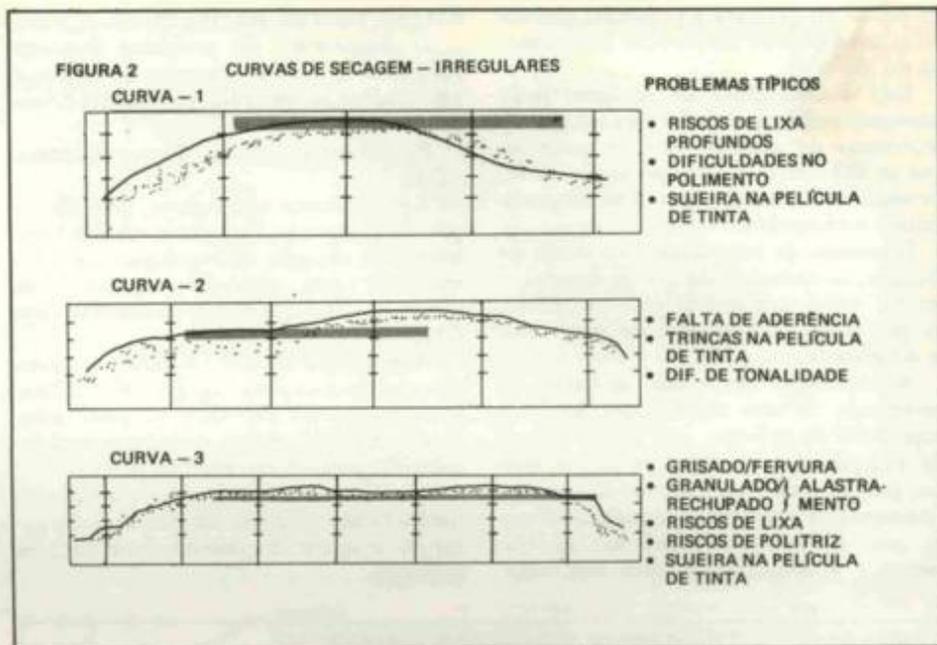
Na próxima projeção (Figura 2), colocamos algumas curvas-problemas para exemplificarmos quais as ocorrências que acarretam:

19 - Curva nº 1: A curva nº 1 se caracteriza pelo deslocamento do ponto (1) para a direita, do ponto (2) para a esquerda e do ponto (3) para baixo. Indica que a quantidade de calor gerada pelo sistema de aquecimento, é insuficiente para garantir a secagem ideal do produto.

Nestas condições de secagem, não atingimos a dureza necessária na película de tinta, em virtude de não conseguirmos a polimerização perfeita do material. Encontraremos dificuldades em posteriores operações de lixamento ou polimento, que deixarão riscos profundos na superfície pintada.

Verificamos ainda, neste caso, o surgimento de defeitos de pintura, que são identificados como sujeira na película de tinta. São devidos à falta de consistência do material, provocando o empastamento das lixas e, ainda, à ressolubilização parcial da estrutura do material, pelos solventes das camadas subseqüentes.

29 - Curva nº 2: A análise da curva nº 2, nos mostra a existência de um acentuado desbalanceamento no início do secador e na cortina de ar de entrada, provavelmente motivada por um desequilíbrio de pressão entre secador e cabine de evaporação. Chegamos a esta conclusão, em virtude da grande diferença de temperatura



que verificamos entre os pontos de controle do objeto, e que normalmente ocorre em virtude de penetração de ar frio no sistema. Este ar frio troca calor com o objeto, principalmente com a parte inferior do mesmo e nestas condições, toda a curva se desloca para a direita, normalmente provocando uma perda acentuada de calor através da silhueta de saída do secador.

O ponto mais importante visualizado neste tipo de curva é a deslocação dos pontos (2) e (3) para limites muito além dos especificados e, neste caso, a película adquire dureza excessiva e os conseqüentes problemas de falta de aderência e trincas, quando o objeto sofre esforços de flexão ou compressão.

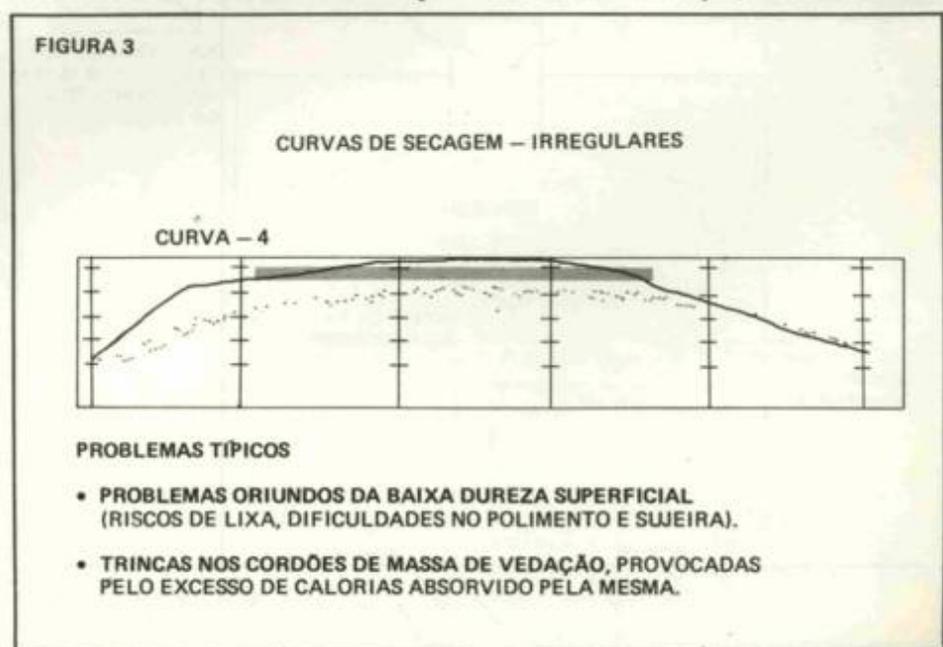
Deve ser ainda considerado neste caso, o consumo ocioso de combustível e a pro-

babilidade de ocorrência de problemas de superaquecimento nos aquecedores.

39 - Curva nº 3: Esta curva também dá a indicação de consumo ocioso de combustível, mas apresenta condições de regulação bem diversas das verificadas na curva anterior.

Aqui, observamos um balanceamento perfeito do fluxo de ar no interior do secador, que pode ser constatado pela proximidade entre as temperaturas medidas em vários pontos do objeto, entre si, e destas com a temperatura do ar circulante no sistema. Este tipo de curva caracteriza uma situação de secagem ideal, em dias relativamente frios (15°C), e uma situação problemática em dias quentes (25 a 30°C no ambiente).

O ponto importante para o qual queremos chamar a atenção, é o deslocamento



do ponto nº (1) para a esquerda, alterando as condições de evaporação dos solventes do material.

Esta característica de secagem pode provocar problemas de fervura da tinta e problemas de alastramento do material, que se polimeriza em tempo muito curto, gerando defeitos com aparência de granulados e rechupados.

O excesso de temperatura no início do secador, ao contrário do que se imagina, é muitas vezes responsável pela ocorrência de problemas de baixa dureza na estrutura do material.

A explicação deste fato se baseia na ocorrência de uma rápida cura do filme superficial da película, que se fecha antes de completada a evaporação dos solventes, presentes na parte inferior da camada. Conseguimos medições normais de dureza, mas enfrentamos problemas no lixamento e polimento, idênticos aos causa-

dos pela baixa dureza da película.

O diagnóstico do problema é muito simplificado pelo surgimento de bolhas e perfurações na película, conhecidas como grisados.

Finalmente, temos na Figura 3 a curva nº 4:

Apresentamos nesta curva, uma distorção do ponto (4). Esta curva espelha também uma situação de regulação do sistema, que gera condições muitas vezes ideais, em dias quentes e catastróficas em dias muito frios.

A produção de calor é suficiente para que consigamos uma secagem ideal. O balanceamento do sistema é perfeito, mas, percebemos diferenças de temperatura de até 60°C entre ar circulante e metal.

Podemos ter este tipo de curva característica também motivado por um carregamento irregular do sistema, com excesso de folgas.

Nesta situação, ocorrem também, problemas de fechamento precoce do filme e problemas de trincas nas massas de vedação à base de PVC, devido aos diferentes coeficientes de dilatação dos materiais envolvidos.

Ficamos sempre na dependência de estabelecermos uma condição intermediária, na qual possam ser evitados os problemas de trincas nas massas de vedação e conseguirmos uma secagem aceitável da tinta.

É impossível para quem opera e regula os secadores de tinta, controlar tantas variáveis ao mesmo tempo. As correções na regulação, dependem sempre do levantamento de uma curva de temperatura inicial, um ajuste no sistema e o levantamento de uma segunda curva para avaliação do resultado. A tomada dessas curvas consome tempo, perda de tatos e, durante este período, passam pelo sistema várias peças com problemas de secagem.

Para evitar este tipo de problemas e conseguir uma condição de ajuste que perdure, estamos estudando uma modificação no sistema de comando dos queimadores.

#### 1.4 Sistema de comando e controle de temperatura:

##### 1.4.1 Sistema atual (Figura 4):

Os aquecedores dos secadores de pintura são geralmente controlados pela temperatura do ar insuflado, medida no ponto mais próximo possível à fonte de aquecimento. A seleção deste ponto de comando, apresenta como fator positivo, a proximidade existente entre o mesmo e a fonte, fator este, que de uma certa forma aumenta a segurança do equipamento contra superaquecimento da câmara de combustão.

Este controle, entretanto, não apresenta nenhum recurso de auto-ajuste e de controle dinâmico de regulação, em relação a curva de secagem desejada.

Torna-se, portanto, extremamente sensível a variações e, em função destas, sempre se constata problemas de secagem ao longo do tempo.

É evidente que a manutenção de uma temperatura de insuflamento constante não significa que a curva de temperaturas das superfícies metálicas dos objetos seja também constante.

Exemplificando melhor, podemos indicar alguns fatores pelos quais rejeitamos este tipo de controle (Figura 5):

#### 1º Variações da temperatura ambiente

Sempre que estas ocorrem, mantendo-se constante a temperatura de insuflamento, devido a alteração da temperatura de toda a massa que flui pelo secador, as temperaturas do ar circulante, de retorno

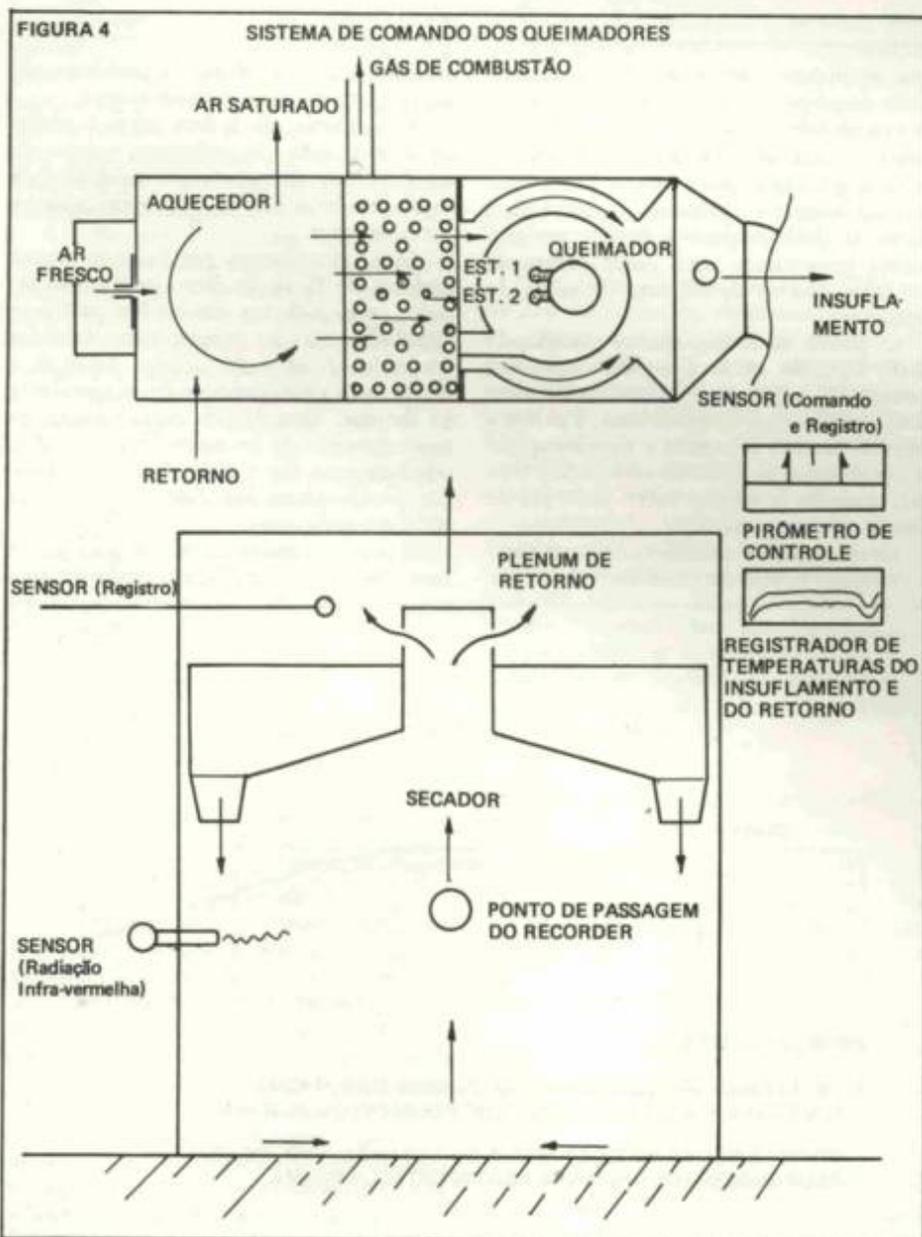
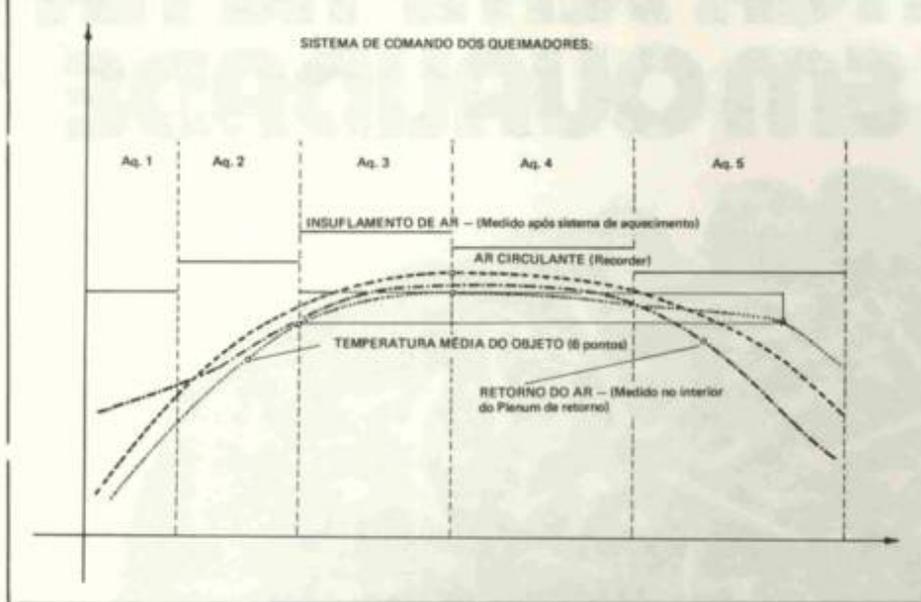


FIGURA 5



e de objeto se alteram, distorcendo a curva de secagem.

#### 2º Alterações do fluxo de produção

Por um secador dificilmente passa um único tipo de produto. Sabemos da dificuldade de manutenção de um fluxo perfeitamente homogêneo, de modo que as trocas térmicas, que ocorrem no sistema, sejam constantes. Existem situações onde a massa a ser processada é máxima e outras onde o secador se encontra ocupado com peças menores, de menor massa, ou mesmo com tatos vazios, gerando uma curva de secagem totalmente diversa da primeira.

#### 3º Aquecimento e desligamento do sistema

Normalmente em instalações que operam com produção elevada, os secadores não são descarregados durante os períodos normais de parada (horários de refeição e intervalos entre turnos), para evitar folgas no processo, que geram perdas de produção e mão de obra.

Esta condição gera dificuldades para o controle da secagem destes produtos que permanecem no interior do sistema. Estes produtos estão sujeitos à receberem quantidades excessivas de calor, se os equipamentos não forem desligados na sequência e tempo estritamente necessários, sabendo-se ainda, que serão novamente aquecidos no reinício do trabalho, pode ocorrer ainda o oposto, ou seja, o desligamento dos aquecedores ser prematuro e a camada não atingir a dureza necessária.

Outro problema se relaciona ao horário de ligar o equipamento, no início do turno de trabalho. Com o sistema controlado pelo insuflamento, tendemos a um equilíbrio térmico entre insuflamento e

retorno, quando o sistema for desligado muito cedo, ou a termos de aguardar que as temperaturas atinjam os valores especificados, quando o mesmo for ligado muito tarde.

Não devemos nos esquecer, que estes horários de ligar e desligar, os aquecedores dependem de outros fatores, tais como temperatura ambiente e carga do sistema.

#### 4º Interrupções da instalação

Podemos mencionar os mesmos agravantes anteriormente mencionados, para os casos das paradas de máquinas por quebra ou outros motivos não previstos, onde, inclusive, existe o agravamento do tempo de paralização não poder ser estimado e controlado. Temos problemas não só com os produtos que ficam no interior dos secadores, bem como com aqueles que entrarão no mesmo logo no reinício de funcionamento.

#### 5º Balanceamento da potência do sistema

Sabemos que, eventualmente, temos problemas com componentes de aquecedores: circuladores de ar, câmaras de combustão, queimadores etc. Neste caso a chama se apaga pela ação do sistema de segurança e o sistema se resfria.

Durante o intervalo de tempo, que decorre da ocorrência do problema, a percepção do mesmo e o ajuste dos demais aquecedores, para que possam suprir a deficiência do faltante, temos problemas de secagem em todos os produtos que passam pelo secador. Este sistema exige um ajuste manual.

#### 6º Desbalanceamento da coluna de ar dos secadores

Os desbalanceamentos da coluna de ar

dos secadores ocorrem em razão de fatores diversos:

1 - Alteração das condições de trabalho das instalações vizinhas aos secadores (ex-cabines de pintura). Neste caso ocorrem desbalanceamentos nas cortinas de ar e o sistema passa a admitir ar falso, ou a perder uma quantidade maior de calor pelas silhuetas.

2 - Fluxos de ar no interior da ala, principalmente em dias caracterizados por ventos fortes.

3 - Desregulagem do sistema, provocado pelo fechamento involuntário de algum dumper, etc.

Todas estas ocorrências exigem algum tempo para serem percebidas, tempo este, que muitas vezes está condicionado à frequência de passagem de aparelhos.

Evidentemente, à luz de todas estas observações, podemos perceber, que o sistema não é o ideal.

#### 1.4.2. Controle para temperatura de retorno:

Dentre as possibilidades existentes de melhorar o sistema de comando, a opção mais simples é efetuarmos o controle e o comando dos aquecedores, através da temperatura medida no interior do plenum do retorno.

Este ponto de controle, apesar de não ser o ideal, apresenta uma série de vantagens em relação ao controle pelo insuflamento, que podemos mencionar:

1. Existe uma relação entre a temperatura de retorno e as temperaturas do ar circulante e do metal, situando-se exatamente entre as duas.

Neste caso temos -

1.1 No aquecimento do sistema: mesmo que os queimadores sejam ligados antes do horário, atingida a temperatura do retorno regulada no pirômetro, os aquecedores entram em ciclagem - liga/desliga, garantindo esta condição, que é a condição desejada para o início de funcionamento.

1.2 Durante as interrupções da máquina, com o aquecimento do produto, temos uma rápida resposta em termos de aumento da temperatura de retorno e esta se mantém constante com a ciclagem - liga/desliga dos queimadores.

Neste caso, temos um acréscimo de tempo no patamar de polimerização da tinta, sem elevar a temperatura do metal acima do valor especificado e, portanto, sem problemas de alteração de tonalidade, perda de aderência ou fervura.

1.3 Existe uma resposta mais rápida do sistema quando ocorrem desbalanceamentos na coluna de ar ou mesmo quando ocorrem avarias que provoquem a queda da chama de alguns dos aquecedores.

A influência no retorno se faz sentir mais rapidamente, em virtude da mistura de ar que ocorre no interior do plenum e provocando o acionamento do estágio 2

# A YPIRANGA SEMPRE NA FRENTE EM QUALIDADE



## SUPRALUX - GT

ABRILHANTADOR INTERNO PARA ZINCO ALCALINO

- Para banhos rotativos e parados
- Alto rendimento
- Baixo, medio e alto cianeto
- Baixo custo
- Alta penetração
- Temp. de trabalho até 55°



Supralux - GT é a grande novidade no mercado

Schering



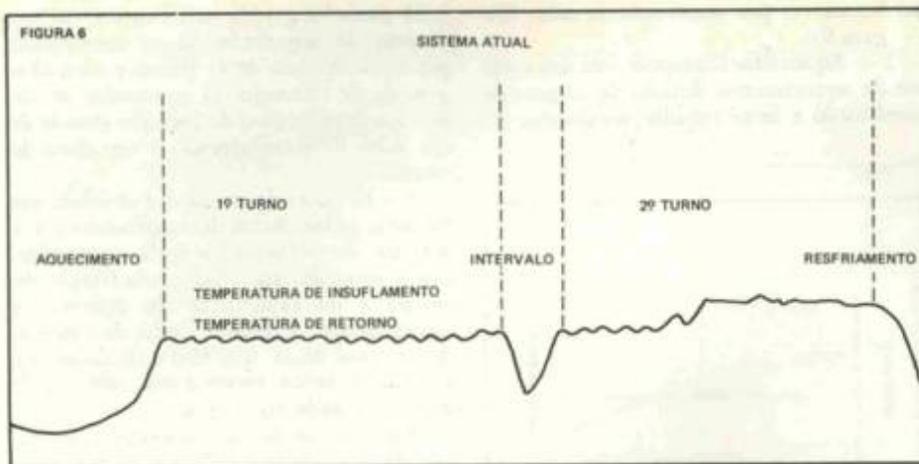
galvano técnico Mundial

GALVANOTECNICA

**Ind. de Produtos Químicos YPIRANGA Ltda.**

ESCRITÓRIO: Rua Correa Salgado, 160 - Fone: 274-1911 - S. Paulo - SP.

FÁBRICA: Rua Gama Lobo, 1453 - São Paulo - SP.



dos aquecedores vizinhos, compensando, de certa forma o equipamento sem função.

### 1.4.3 Controle ótico (Figura 6):

O sistema ideal de controle de temperatura é aquele que efetua o comando dos aquecedores através do controle das variações da mesma, na superfície do próprio produto em processo em função do tempo de permanência do mesmo no interior do secador.

Todo o comando passaria a ser operado pela leitura das variações de temperatura de um ponto cuidadosamente escolhido na superfície do produto, através de instrumentos que medem as radiações de calor emitidas pelo mesmo, e situados em posições reguláveis do túnel de secagem, de modo a reproduzirem as condições de tempo e temperatura dos pontos (1), (2) e (3) da curva característica.

Podemos conseguir por este processo, um ajuste da capacidade dos aquecedores ao perfil da curva desejado. Todo o siste-

ma se auto-regula em função das variações de temperatura dos 3 pontos fundamentais, e desta forma, conseguimos limitar a produção de calor, à quantidade necessária e suficiente à obtenção de uma condição satisfatória de secagem.

Trata-se de um sistema bastante complexo e que pode ser sofisticado ao nível desejado, em função do material ser polimerizado e do grau de precisão que se requer.

Para um secador de primer, por exemplo, onde todos os produtos processados são da mesma cor e portanto, com mesma emissividade térmica, o sistema torna-se bem mais simples e preciso.

Para secadores de pintura final, existe a possibilidade de introdução de um erro no ajuste, em virtude das diferenças de emissividade térmica entre os materiais. Para evitar este erro, se desejado, necessitamos antes do secador, de um estágio de reconhecimento e uma programação de comando seletiva para grupos de cores.

Não existe necessidade de um sistema de reconhecimento para modelos. Este ti-

po de correção, é automaticamente executado pelo próprio controle de temperatura do ponto de medição.

Este sistema permite ainda, o controle das temperaturas de secagem, durante os períodos de interrupção das linhas de pintura. Mantém a temperatura de metal na faixa especificada e garante as condições de secagem quando do reinício de funcionamento.

Podemos mencionar ainda, outras vantagens deste sistema:

1 - A leitura das temperaturas efetivas nos pirômetros, indicam temperaturas reais do objeto em função do tempo de processo.

2 - Os registros dos indicadores gráficos fornecem a curva de secagem de cada produto processado, permitindo desta forma, um diagnóstico rápido de qualquer variação existente.

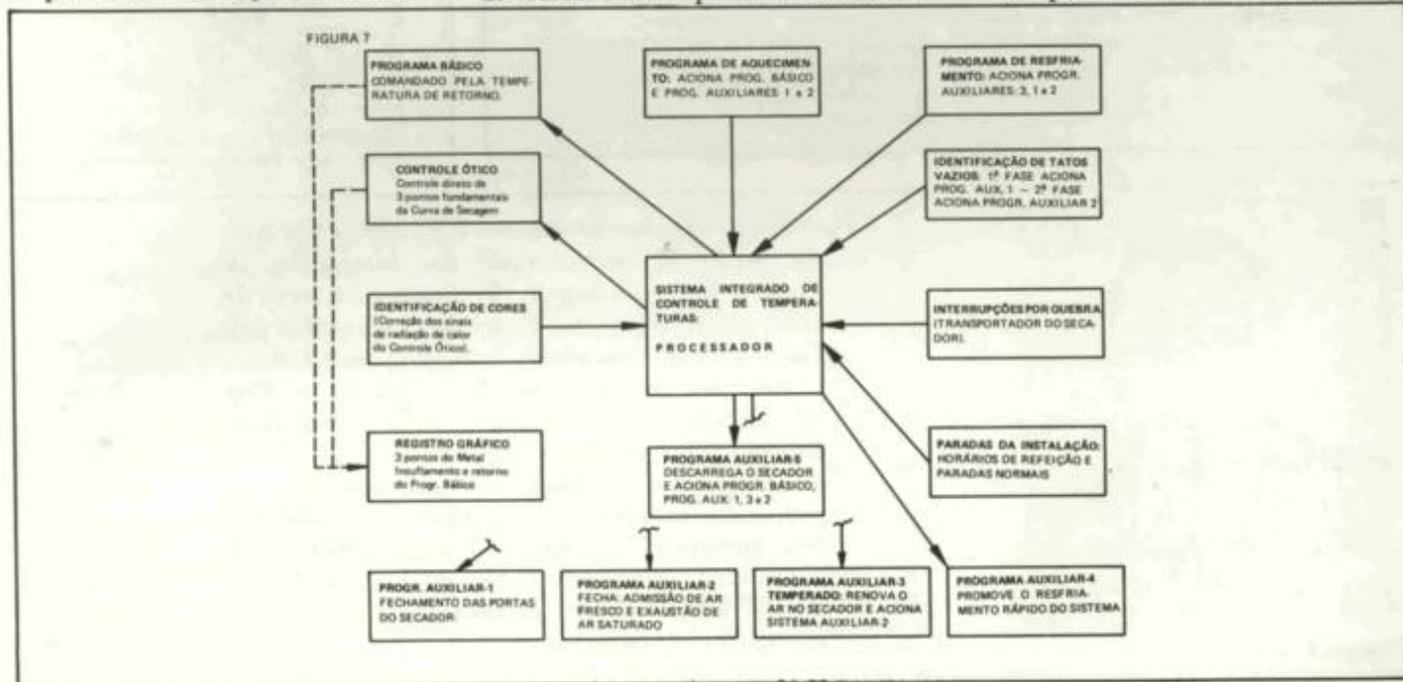
3 - Possibilita ainda, um registro paralelo das temperaturas do ar circulante, garantindo o ponto (4), e uma memorização pelo sistema, de uma condição bem ajustada da curva de temperatura do ar, em função da curva de temperatura do metal, que é necessário para o comando do sistema durante o período de aquecimento.

É importante deixar claro, que ainda não existe um programador plenamente desenvolvido para o estabelecimento deste tipo de controle. O que dispomos no momento, são sistemas experimentais e em desenvolvimento.

Queremos propor, com isto, perspectivas para uma pesquisa mais intensa sobre o assunto e uma maior troca de informações sobre os resultados alcançados (Figuras 7 e 8).

## 2. FUNCIONAMENTO DOS SECADORES

Os tipos mais comuns de secadores,



utilizados em linhas de pintura, são:

- secadores por convecção de calor
- secadores por irradiação de calor
- secadores mistos: irradiação + convecção de calor

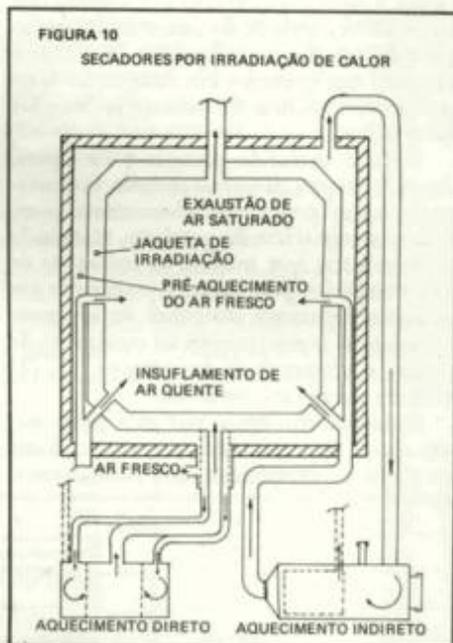
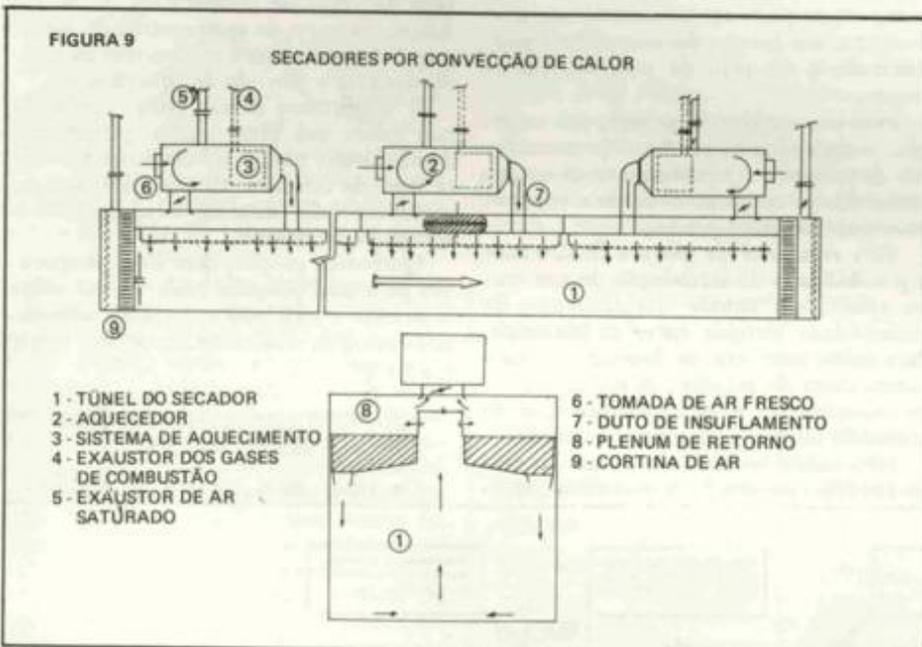
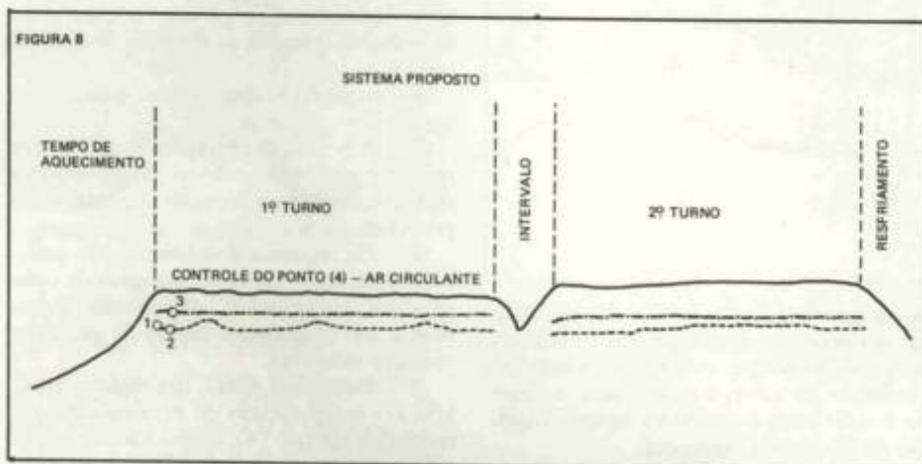
## 2.1 Secadores por convecção de calor (Figura 9):

1 - Aquecedor: composto de um sistema de aquecimento dotado de câmara de combustão e feixe tubular, no interior do

qual passa o gás de combustão em um sistema de renovação de ar constituído por uma tomada de ar fresco e uma tiragem de ar saturado. O aquecedor se comunica com o túnel do secador através de um duto de insuflamento e um duto de retorno.

2 - O túnel do secador é dividido em trechos, pelos dutos de insuflamento e o plenum de retorno de cada aquecedor, dutos estes dimensionados em função do tempo e da capacidade do sistema de aquecimento. É dotado ainda, de sistemas de cortinas de ar, que têm a finalidade de reduzir a troca térmica nas siluetas de entrada e saída do sistema.

Este tipo de secador apresenta circulação de ar conforme indicado no esquema, existindo um contato direto entre o ar circulante e o objeto, razão pela qual se utiliza de sistemas indiretos de transmissão de calor, com o sistema de aquecimento hermeticamente fechado, para evitar a passagem de detritos oriundos da



Sérgio F. Batista

Sérgio Fernando Batista é atualmente Chefe da Seção de Manutenção das Instalações de Pintura da Volkswagen do Brasil S/A, tem 36 anos e é formado em Engenharia Mecânica pela Faculdade de Engenharia Industrial em 1968.

Em seu trabalho na Volkswagen, o Eng. Sérgio Batista é o responsável pela Coordenação de Sugestões para Aperfeiçoamento da Divisão de Pintura e Galvânica, sendo por isso um profundo estudioso deste tipo de instalações. Seu trabalho não tem um cunho meramente acadêmico, ao contrário, seu conhecimento vem da vivência diária dos problemas de uma grande instalação industrial.

# **CASCADURA**

## **É TECNOLOGIA DE SUPERFÍCIES**



- ★ Know-how consolidado em mais de 30 anos de experiência.
- ★ Tecnologia e equipamentos de vanguarda.
- ★ Atendimento individual em 5 fábricas estrategicamente localizadas.

- ★ Múltiplas opções de processos para beneficiamento, recuperação ou fabricação: eletrolíticos-químicos-aspersão térmica, solda, etc.
- ★ Moderno centro de pesquisas.



**CASCADURA**  
**INDUSTRIAL E MERCANTIL LTDA.**

Matriz: São Paulo - SP - Av. Mofarrej, 908 - Vila Leopoldina  
Fone: (011) 260-0566 - Cx. Postal 6369 - CEP 01000  
Telex (011) 23942 - CAIM-BR.

Filial 1 - Santo André - SP - Av. Industrial, 2074  
Fones: (011) 449-9700/9878.

Filial 2 - Betim - MG - R. Engº Gerhard Ett, 715 - Distrito Industrial  
Paulo Camilo - Fones: (031) 521-1022/1881.

Filial 3 - Salvador - BA - Estrada Velha do Aeroporto, km. 0  
Fones: (071) 246-8671/8561.

Filial 4 - Rio de Janeiro - RJ - Av. Sargento Silvío Hollenbach, 501  
Distrito Industrial Fazenda Botafogo - Fone: (021) 390-7725.

combustão, para o produto em processamento.

## 2.2 Secadores por irradiação de calor (Figura 10):

Os secadores por irradiação de calor, apresentam vantagens em relação aos secadores por convecção:

1 - Não existindo, para a maior parte do volume de ar utilizado no sistema, a possibilidade de contato entre a mesma e o objeto, uma vez que, este ar se movimenta no interior de jaquetas de irradiação hermeticamente fechadas, existem condições de utilização de aquecedores de queima direta, com maior eficiência de troca térmica e que possibilitam a utilização do próprio gás de combustão na transferência de calor do aquecedor para o secador.

A renovação de ar no sistema pode ser efetuada por apenas um aquecedor de



**FIGURA 12** POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

|     |                                                                                                                                                                                                      |     |                                                                                                                                                                                       |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11% | PERDA DE CALOR DEVIDA À EXAUSTÃO DOS GASES DE COMBUSTÃO:<br>● RECUPERADORES DE CALOR                                                                                                                 | 7%  | PERDA DE CALOR PELAS PAREDES DO SISTEMA:<br>● ISOLAÇÃO TÉRMICA<br>● SECADORES COM PAREDES DUPLAS<br>● SECADORES DE MÚLTIPLAS PASSAGENS                                                |
| 4%  | PERDA DE CALOR DEVIDA À COMBUSTÃO INCOMPLETA:<br>● OTIMIZAÇÃO DA REGULAGEM DOS QUEIMADORES<br>● REGULAGEM DA DEPRESSÃO NA CÂMARA DE COMBUSTÃO<br>● PRÉ-AQUECIMENTO DO COMBUSTÍVEL                    | 15% | PERDA DE CALOR PELAS SILHUETAS DO SECADOR:<br>● CORTINAS DE AR<br>● PORTAS AUTOMÁTICAS<br>● SISTEMA "COMFORTAS"<br>● SECADORES "TIPO A"                                               |
| 15% | PERDA DE CALOR DURANTE O AQUECIMENTO DO SISTEMA:<br>● BOLSÕES DE DESCARGA DOS SECADORES<br>● PLANOS DE AQUECIMENTO/RESFRIAMENTO<br>● INSTALAÇÃO DE PORTAS NOS SECADORES<br>● DUMPERS AUTO-REGULÁVEIS | 30% | PERDA DE CALOR DEVIDO À RENOVAÇÃO DE AR NO SISTEMA:<br>● PÓS-QUEIMA DO AR SATURADO<br>● PRÉ-AQUECIMENTO DO AR FRESCO<br>● RECUPERAÇÃO DE SOLVENTES<br>● SEPARAÇÃO DE ZONAS NO SECADOR |
| 5%  | ENERGIA ABSORVIDA PELOS DISPOSITIVOS DE TRANSPORTE:<br>● REDUÇÃO DO PESO DOS DISPOSITIVOS<br>● LIMPEZA DOS DISPOSITIVOS                                                                              |     | POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA SOMENTE ATRAVÉS DA REGULAGEM DO SECADOR                                                                                               |
| 2%  | ENERGIA ABSORVIDA PELO TRANSPORTADOR:<br>● TRANSPORTADORES EM CIRCUITO-FECHADO                                                                                                                       |     |                                                                                                                                                                                       |
| 11% | ENERGIA CONSUMIDA PELO OBJETO E PELA SECAÇÃO DA TINTA:<br>● REDUÇÃO DO ÍNDICE DE REPINTURAS<br>● RETOQUES COM SPOT-REPAIR<br>● UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DE BAIXA-CURA                                 |     |                                                                                                                                                                                       |

queima indireta, com a possibilidade do mesmo ser alimentado em seu volume total por ar pré-aquecido, já que a construção do sistema favorece a esta finalidade.

Reduz-se desta forma, a transmissão de calor pelas paredes do sistema, o que também é vantajoso.

2 - Trata-se de um sistema mais limpo, e portanto, aconselhável para secagem de tintas de acabamento final.

Neste sistema de secagem, as dificuldades de ajuste da curva característica são ainda maiores do que as existentes nos sistemas por convecção de calor, por existirem mais variáveis envolvidas.

## 3. DETALHAMENTO DO CONSUMO DE ENERGIA NOS SECADORES

Teoricamente e baseados em análises efetuadas, que levaram em consideração as condições de trabalho de nossos equipamentos, podemos considerar a distri-

buição de energia produzida nos secadores na forma demonstrado na Figura 11.

## 4. POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA

De um modo geral, cada uma destas parcelas apresenta condições de reaproveitamento parcial ou total.

Agrupando os conhecimentos atuais sobre o assunto, podemos formar o seguinte quadro de possibilidades (Figura 12).

### 4.1 Perda de calor devido à exaustão dos gases de combustão:

De todas as tentativas que efetuamos, visando a recuperação de calor dos gases de combustão: no aquecimento de água, nos sistemas de umidificação de ar para

cabines de pintura, no pré-aquecimento do ar fresco utilizado no próprio sistema etc. O pré-aquecimento do ar, aliado a condições de regulagem que o favorecem, foi o sistema que se mostrou mais vantajoso.

### 4.1.1 Recuperador de calor:

O recuperador de calor que utilizamos é um equipamento simples, de baixo custo e que, se bem aplicado, apresenta viabilidade econômica satisfatória (Figura 13).

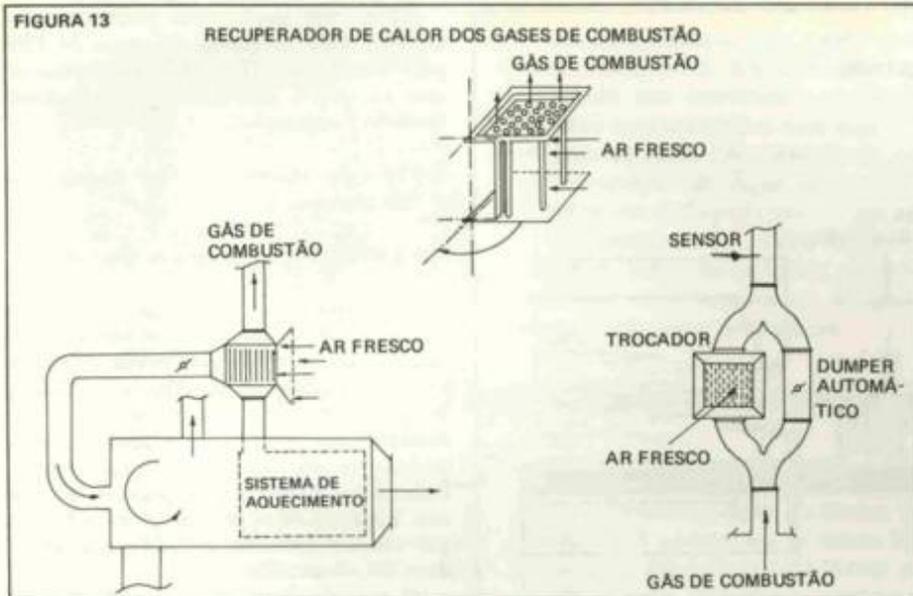
O sistema utilizado deve apresentar facilidade de limpeza e, inclusive, de remoção e substituição. Deve ainda possibilitar o controle da temperatura do gás na ponta da chaminé, para evitar a condensação de ácidos no interior do sistema, que acentua em demasia os problemas de corrosão. Através de experiências práticas, concluímos ser viável a manutenção de temperaturas de até 150°C no centro do duto e de aproximadamente 130°C junto às paredes do extremo da chaminé, sem a incidência de problemas de corrosão acentuada, quando queimamos óleo diesel com percentagem de enxofre máxima, em torno de 1,5 a 2,0%.

O sistema se constitui de um radiador, com a passagem do gás de combustão pelo interior dos tubos, a uma temperatura média na faixa de 220 a 250°C e do ar fresco por fora. É dotado ainda, de sistema de controle de temperatura, que aciona dumper automático, alterando a vazão no radiador, em função da variação da temperatura medida.

Podemos conseguir um melhor rendimento no sistema, isolando completamente a chaminé e agrupando duas ou mais tiragens num único sistema de recuperação.

O sistema permite uma economia média de 2 litros de óleo diesel/h, em um queimador que consome 30 l/h.

FIGURA 13



4.2 Perda de calor devido a queima incompleta do combustível:

4.2.1 Otimização da regulação dos queimadores:

Sabemos que dificilmente se consegue a queima completa do combustível em sistemas deste tipo, a não ser utilizando os chamados queimadores estequiométricos ou queimadores de chama azul, ainda não adaptados para utilização neste tipo de equipamento.

A combustão perfeita depende de uma condição ótima de regulação do excesso de ar, do ajuste dos bocais e difusores e da perfeita atomização do óleo, difícil de ser conseguida num equipamento que opera em 2 estágios, com rotação constante no exaustor de gás.

É possível, contudo, a obtenção de economias perceptíveis com o controle intenso da ciclagem entre estágio 1 e estágio 2 e, a partir deste controle, selecionarmos o tipo e tamanho dos bicos e a pres-

são do óleo. Sempre devemos ter em mente a operação do sistema somente em estágio 1, durante o período ativo do processo, com um ajuste de pressão e vazão que permita o menor tamanho possível das gotas, e a manutenção do perfil de chama desejado.

4.2.2 Regulação da depressão na câmara de combustão:

Como dissemos anteriormente, com rotação constante no exaustor de gás e produção de gás de combustão em volumes diferentes, quando operamos em estágio 1 e estágio 2, a depressão no interior da câmara de combustão torna-se variável.

Esta variação altera o comprimento e a largura da chama, influenciando na troca térmica entre a chama e a fornalha, alterando ainda, a velocidade de passagem do gás pelo sistema tubular. Nestas condições, não conseguimos uma queima perfeita no estágio 1, caracterizada pela baixa porcen-

tagem de CO<sub>2</sub> nos gases de combustão.

Com o propósito de manter constante a depressão no interior da câmara e em valores próximos de zero, estudamos várias alternativas:

1 - Utilização de um frequencímetro adaptado ao exaustor de gás, variando a rotação do exaustor, quando o queimador cicla do estágio 2 para o estágio 1.

2 - Instalação de dumper automático na chaminé, comandado pelo programador do queimador.

3 - Sistema de contra-peso, de construção caseira, que apresentou bons resultados práticos, que se constituiu na alternativa mais simples e barata (Figura 14).

O sistema é provido de uma portinhola para regulação e, pelo posicionamento do contra-peso, mantemos a abertura fechada quando o sistema opera em estágio 2. Quando o sistema entra em estágio 1, a própria depressão, maior no duto, provoca a abertura da regulação e aspiramos gás da pressão do exaustor novamente para a sucção, reduzindo a tiragem da câmara e ajustando desta forma, a depressão no interior da mesma.

Conseguimos neste equipamento uma redução de consumo da ordem de 0,5 a 0,8 litros/hora, para queimadores com consumo médio de 30 l/h.

4.2.3 Pré-aquecimento do combustível:

O pré-aquecimento do combustível melhora as condições de queima. Atomizando o óleo em temperaturas na faixa de 90 a 110°C, conseguimos uma melhor evaporação e uma redução rápida do volume de gotas, abreviando o craqueamento da cadeia e criando condições de queima dos núcleos de carbono (Figura 15).

O sistema apresentado nesta transparência, permite o aquecimento do óleo, praticamente sem consumo de calor do sistema. Uma vez aquecido, temos apenas que manter a temperatura da água, em quantidade mínima, sendo toda a energia consumida devolvida ao processo. O ganho proporcionado pelo sistema é oriundo de uma melhora substancial na condição de queima do óleo.

O funcionamento do aquecedor é bastante simples: - Com o aquecimento temos a evaporação da água e a pressurização do equipamento. O vapor sob pressão penetra pela chicana, trocando calor com o óleo que passa pelo interior da serpentina, perdendo calor e se condensando novamente, mantendo desta forma um nível constante de água.

Estamos utilizando na VW do Brasil, misturas de óleo-Diesel com óleos combustíveis de custo mais baixo, como o BTE, e o BPF, com elevada redução de custos. Com a utilização do sistema proposto, a queima desta mistura torna-se viável em concentrações maiores, e conse-

FIGURA 14

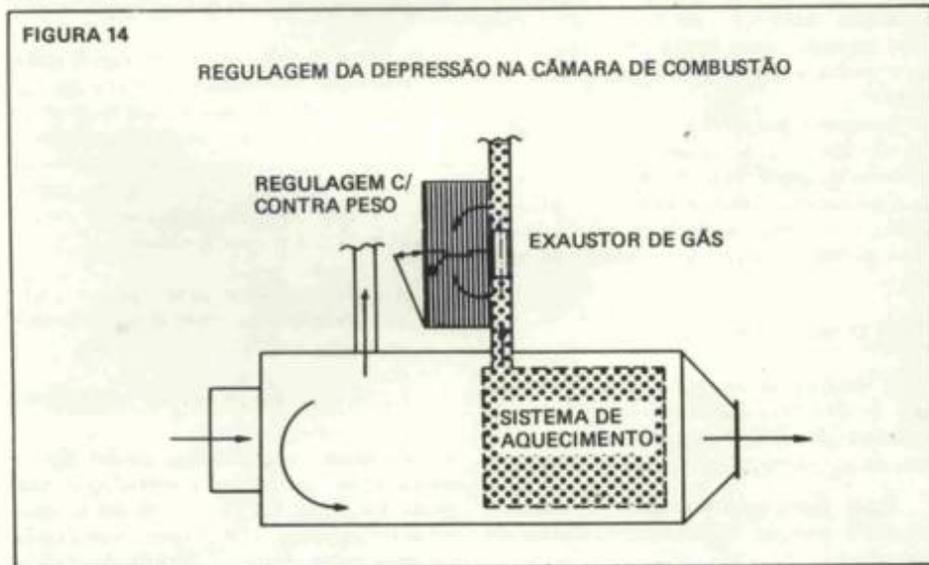
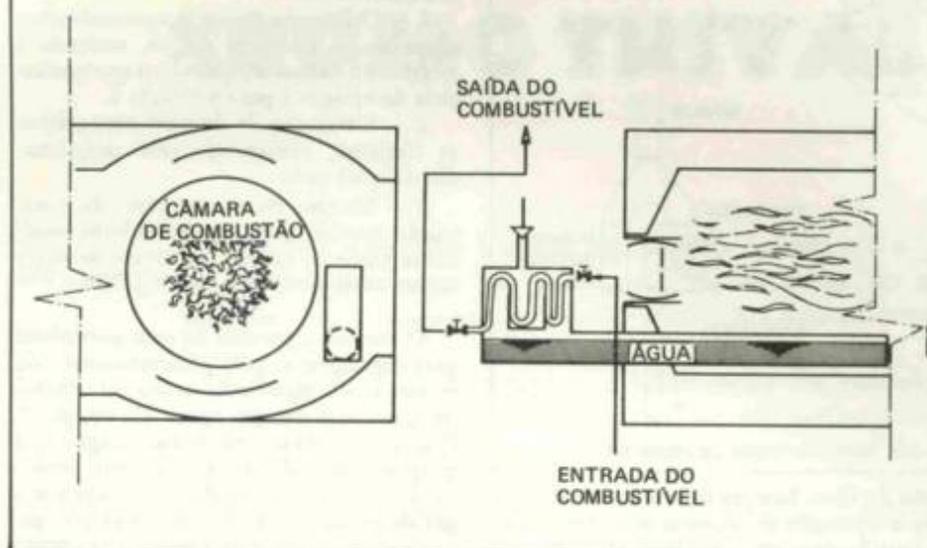


FIGURA 15

PRÉ-AQUECIMENTO DO COMBUSTÍVEL



guimos uma combustão satisfatória e sem nenhum prejuízo em termos de poder calorífico.

Nossa unidade de Taubaté já opera com mistura de 75% Diesel - 25% BPF há praticamente 1 ano e estamos adequando nossas instalações de S. B. do Campo para atingir o mesmo percentual de mistura a frio e, provavelmente, atingir percentuais ainda maiores com a utilização do sistema de aquecimento do óleo.

4.3 Perda de calor durante o aquecimento do sistema:

4.3.1 Bolsões para descarga dos secadores

É evidente a necessidade de aquecermos o sistema antes do início da jornada de trabalho. Sabemos, também, que se a instalação não foi provida de sistema de puffer, que permitem a descarga dos secadores durante os horários de refeição e nas pausas entre turnos, teremos um consumo adicional de energia e a possibilidade de prejudicar a qualidade das peças que permanecerem no interior do secador.

O ideal é sempre religarmos o secador vazio, evitando folgas na instalação e, para tanto, a instalação de bolsões é indispensável.

4.3.2 Planos de aquecimento/resfriamento:

Pouca coisa se pode falar sobre os planos de horário para ligar e desligar os secadores:

A elaboração do Plano de horário, é tarefa do responsável pela operação dos equipamentos e este plano deve garantir:

1. Situação ideal de regulação no rei-

nício do trabalho, independentemente das condições ambientais. Deve portanto ser ajustado às variações da temperatura ambiente no interior do prédio.

2. Não ocorrência de danos às peças que ficam no interior do secador, nos intervalos de parada.

3. Impossibilitar a ocorrência de condensação dos solventes presentes no ar saturado, no interior do secador.

Deve ser levado em consideração: que de acordo com a regulação, alguns aquecedores consomem mais energia quando desligados e religados durante os períodos de refeição, por exemplo, do que consumiriam se ficassem apenas mantendo a temperatura da estufa, durante este período.

4.3.3 Instalação de portas nos secadores:

Qualquer tipo de porta que seja adaptada nos secadores, mesmo para aqueles cujo transportador opera em fluxo contínuo, reduz a perda de energia, quando fechada.

Sempre é possível a instalação de portas de enrolar, de correr, sanfonadas ou dobráveis, que devem ser fechadas sempre que o transportador se encontrar parado. Reduzimos assim a perda de calor e podemos passar a ligar os queimadores mais tarde.

4.3.4 Dumpers auto-reguláveis:

O sistema se completa com a instalação de dumpers automáticos, que evitam a renovação de ar no secador, nos horários de aquecimento e de máquina parada.

Estes dumpers retornam automaticamente à posição regulada no reinício da jornada.

Com estas alternativas podemos reduzir este tipo de perda de cerca de 15% para uma faixa de 8 a 10%, representando uma economia média de 6% no consumo total de combustível.

4.4 Energia absorvida pelos dispositivos de transporte:

4.4.1 Redução do peso dos dispositivos:

Com um estudo consciencioso, temos condições de conseguir uma considerável redução de peso nas ganchadeiras, dispositivos e carrinhos de transporte utilizados no processo de pintura, e que passam no interior dos secadores. Alguns reforços podem ser substituídos por materiais tubulares ou perfilados de paredes mais finas. Peças maciças podem ser substituídas por chapas dobradas e todo peso ocioso deve ser eliminado.

O peso do dispositivo influi diretamente no consumo de energia dos secadores.

4.4.2 Limpeza dos dispositivos:

Um outro fator que concorre para um consumo ocioso de energia é a má execução da limpeza dos dispositivos. Para dar uma idéia da importância desta operação, podemos informar que num carrinho de pintura de carrocerias, deixado propositalmente sem limpeza por um período de 6 meses, tivemos um acréscimo de peso de 3% Kg, devido à massa de vedação e tinta depositadas no mesmo.

O fluxograma de uma instalação de pintura deve possuir sempre que possível, no circuito de retorno do dispositivo, uma cabine de decapagem com a limpeza contínua de todos os dispositivos utilizados no processo.

O sistema pode trazer uma economia de combustível da ordem de 2% do consumo total, para uma redução de peso da ordem de 30% nos dispositivos.

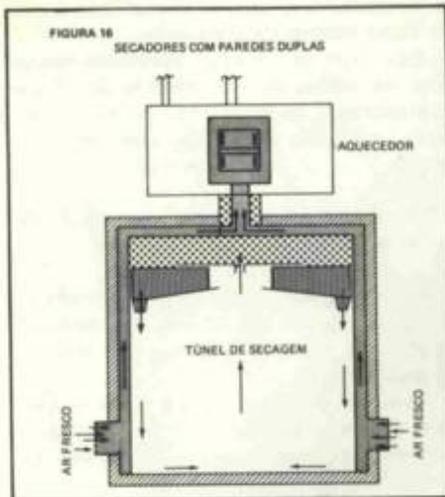
4.5 Energia absorvida pelo transportador:

A única maneira de se conseguir reduzir a energia consumida pelo transportador é com a utilização de um sistema de transporte que opera em circuito fechado no interior do secador. Existem sistemas de transportadores que atendem plenamente a este objetivo, cuja análise vamos deixar para outra oportunidade.

4.6 Energia necessária para aquecer o objeto, evaporar os solventes e polimerizar o material:

4.6.1 Redução do índice de repinturas:

O índice de repinturas observado na maioria das indústrias é elevado, situando-se na faixa de 15 a 20% do volume total de produção. Deste percentual cerca de uma terça parte é oriunda de proble-



tendo em vista as possíveis dificuldades no abastecimento de derivados de petróleo, que poderemos enfrentar no futuro.

#### 4.7 Perda de calor pelas paredes do sistema:

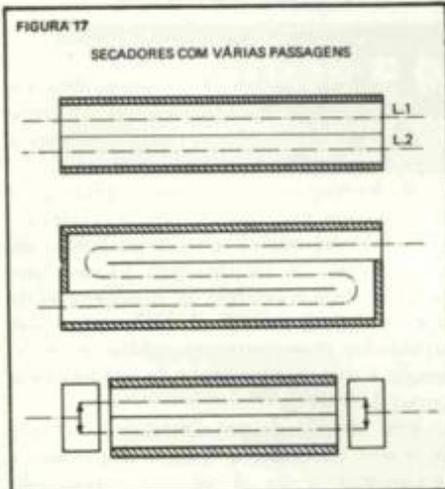
##### 4.7.1 Isolação térmica:

É óbvio que com a utilização de isolantes térmicos mais eficientes, podemos reduzir a perda de calor pelas paredes do sistema. Incluímos este ponto apenas para lembrar que o cálculo da espessura econômica, do isolamento térmico e a seleção dos materiais isolantes, considerados em

mas decorrentes do próprio processo de secagem, e de defeitos como sujeira na película fryints e crateras, em parte também, devido a condições irregulares dos secadores. Pelo menos esta parcela pode ser minimizada com a regulagem adequada dos equipamentos.

##### 4.6.2 Retoques com spot-repair:

Podemos reduzir consideravelmente o reprocessamento de pintura, efetuando pequenos retoques a 80°C em cabines especiais e com a utilização de módulos de

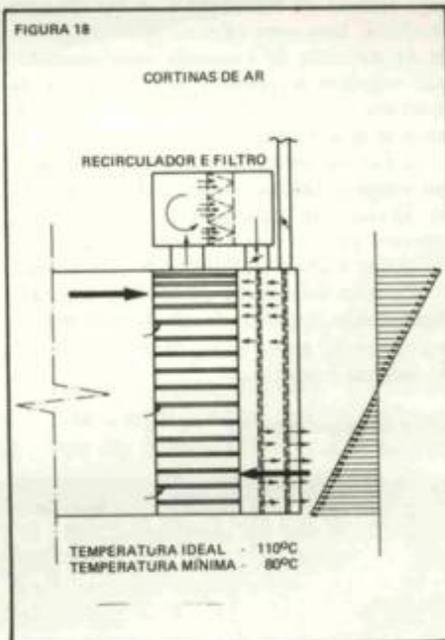


secagem. Utilizam-se módulos por irradiação infra-vermelha ou ultra-violeta, provenientes de lâmpadas, resistências elétricas ou resistências em cerâmica.

Evita-se desta forma passar mais de uma vez, com um mesmo objeto, pela instalação, consumindo material, mão de obra e energia em duplicidade.

##### 4.6.3 Utilização de materiais de baixa cura:

O desenvolvimento de materiais de baixa cura foi uma alternativa que implantamos com sucesso. Esta idéia deve ser analisada por cada um com bastante cuidado,



projetos de instalações que adquirimos há 5 ou 10 anos atrás, não se aplicam mais às condições de hoje, sendo portanto viável uma revisão dos mesmos.

#### 4.7.2 Secadores com parede dupla (Figura 16):

A circulação de ar entre o túnel de secagem e os painéis de isolamento do secador constitui-se numa excepcional isolamento térmica, reduzindo a perda de calor pelas paredes, evitando a criação de uma região insalubre ao trabalho em torno do equipamento.

Oferece também uma condição bastante favorável ao pré-aquecimento do ar, facilitando a manutenção da temperatura do ar circulante e proporcionando uma redução no consumo de energia.

#### 4.7.3 Secadores com várias passagens:

Este sistema oferece alternativas não só de redução de consumo de energia como também a possibilidade de adequação do fluxo das instalações.

Podemos solucionar problemas crônicos de espaço no interior da ala industrial, podendo ser pensadas em diversas formas de construção (Figura 17).

A vantagem do sistema reside na redução da superfície de irradiação e na economia de material isolante.

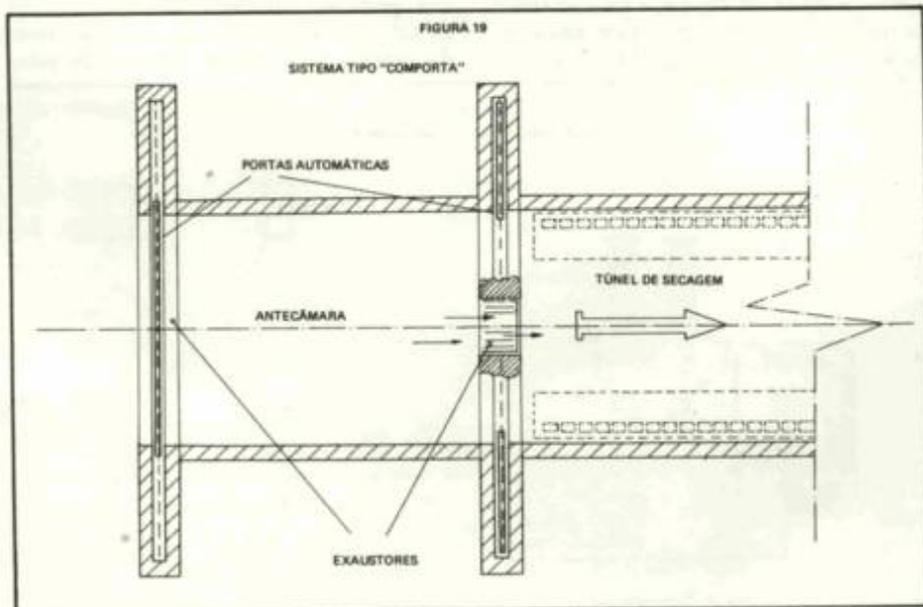
#### 4.8 Perda de calor através das siluetas do secador:

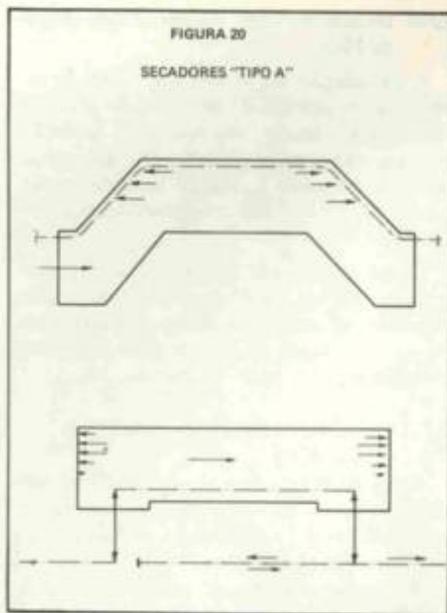
##### 4.8.1 Cortinas de ar:

Existe um grande desenvolvimento nos projetos de secadores, visando a eliminação deste tipo de perda e a influência negativa que a admissão de ar falso pelas siluetas provoca na secagem (Figura 18).

A tendência normal é de fuga de calor pela parte superior e penetração do ar frio pela parte inferior da silueta.

As cortinas de ar são dimensionadas





para exercerem pressão contra o túnel do secador e contra o ambiente externo ao secador, de modo a contrabalançar os dois efeitos.

Atualmente, estão sendo utilizadas cortinas de ar com comprimentos bem maiores e tem-se tomado um extremo cuidado em garantir uma temperatura mínima de 80°C no interior das mesmas.

A manutenção de uma temperatura elevada nas cortinas é fundamental. A temperatura ideal de trabalho nas mesmas é de 110°C, para evitar a condensação de solventes e o respingamento ou pulverização do condensado sobre o produto, que provoca defeitos localizados e crateras.

#### 4.8.2 Portas automáticas:

Quando dispomos de um transportador que trabalha por passos, a instalação de portas automáticas, que se abrem somente o tempo indispensável para a admissão e saída do objeto, é uma alternativa muito boa, para que seja evitada a perda de calor pela siluetas do Secador.

Este processo exige, no entanto, uma especial atenção à regulagem da pressão no interior do túnel, em relação à pressão existente no ambiente exterior.

Mantendo-se o secador sob pressão, ocorre no instante da abertura das portas, um alívio do sistema e temos um grande fluxo de ar quente para fora do sistema, perdendo calor e poluindo outras áreas de trabalho.

#### 4.8.3 Sistema "tipo comporta" (Figura 19):

O sistema "comporta" ou sistema de portas duplas é uma evolução do sistema de portas automáticas. A idéia básica deste sistema consiste na construção de uma ante-câmara de admissão e de descarga do produto. Esta ante-câmara pode ser provida de sistemas de exaustão/insuflamento, que regulam a pressão interna antes da abertura da porta nº 1, retendo desta forma o ar quente no interior do sistema.

O funcionamento perfeito deste sistema exige a utilização de transportadores de Skids, que permitem o acúmulo dos mesmos no interior do túnel, possibilitando assim a abertura alternada das portas.

Existem secadores deste tipo em funcionamento, cujas portas se abrem simultaneamente e, neste caso, toda a eficiência do sistema é perdida.

#### 4.8.4 Secador tipo A:

Os secadores "tipo A" representam aparentemente a alternativa mais econômica atualmente em uso (Figura 20).

Este tipo de secador apresenta um obstáculo natural à fuga de ar quente, devido à dificuldade deste ar quente movimentar-se para a parte inferior e conseguir escapar pelas siluetas.

Apresenta ainda, a grande vantagem de criar um espaço sob o túnel de secagem, que pode ser utilizado para a instalação de um Puffer, permitindo o esvaziamento do sistema em todos os horários de para-

da e, ainda, sem criar nenhuma influência no fluxo normal da instalação.

Este tipo de secador apresenta restrições de utilização, em virtude da altura que necessita no interior do prédio, e este fator inviabiliza em muitos casos seu emprego.

#### 4.9 Perda de calor, devido à renovação de ar no sistema:

O ar saturado expelido pelos secadores e sua renovação por ar frio representam as maiores parcelas de perdas do sistema de secagem.

Trata-se, portanto, de um item ao qual deve ser dada atenção especial, e do qual podemos conseguir a maior parcela de economia.

Existem vários sistemas de aproveitamento de calor do ar saturado e podemos destacar os mais importantes:

##### 4.9.1 Pós-queimadores:

O principal sistema de aproveitamento de calor do ar saturado é a pós-queima dos vapores, que permitem a reciclagem completa da energia ao sistema.

Acreditamos que num futuro próximo, a maioria dos secadores será dotada de equipamento de pós-queima, em virtude da necessidade de purificação do ar que lançamos na atmosfera.

##### 4.9.2 Pré-aquecimento do ar fresco:

O mesmo sistema que indicamos para a recuperação de calor dos gases de combustão pode também ser utilizado para a recuperação de calor do ar saturado.

A limitação, neste caso, refere-se à temperatura em que se inicia a condensação dos vapores. Trata-se, portanto, de um sistema de recuperação parcial, que permite uma economia de combustível de aproximadamente 3 litros/h para um aquecedor com consumo médio de 30 litros/h e uma temperatura de exaustão em torno de 190°C.

Em virtude da proximidade com que podemos processar a tiragem dos gases de combustão e de ar saturado, podemos projetar um trocador de passagem dupla, simplificando o posicionamento dos agregados sobre o aquecedor (Figura 21).

##### 4.9.3 Recuperação dos solventes:

Temos ainda a previsão de colocação em testes, nos próximos dias, de uma instalação de recuperação de solventes por adsorção. O sistema, conforme cálculo, possibilita a recuperação de cerca de 15 litros de solvente para cada 1.000 metros cúbicos de ar processado.

##### 4.9.4 Separação das zonas do secador:

Existem várias razões pelas quais dese-

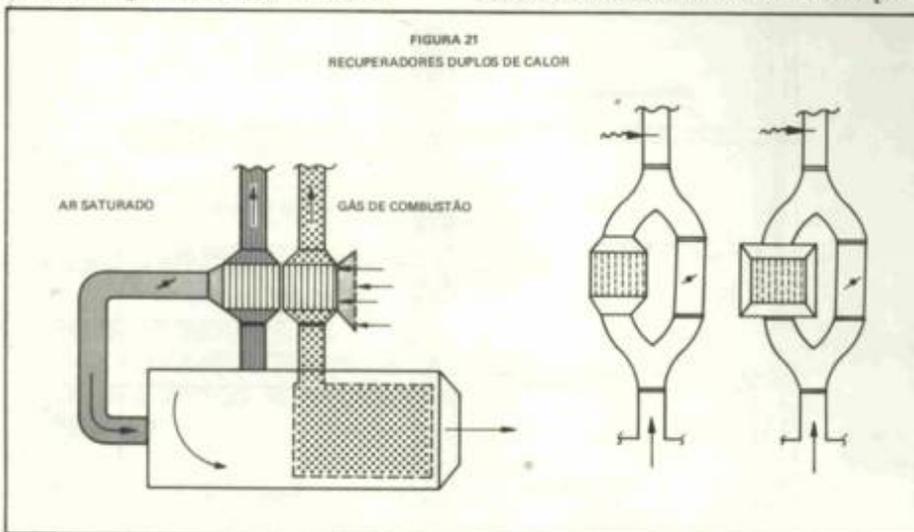
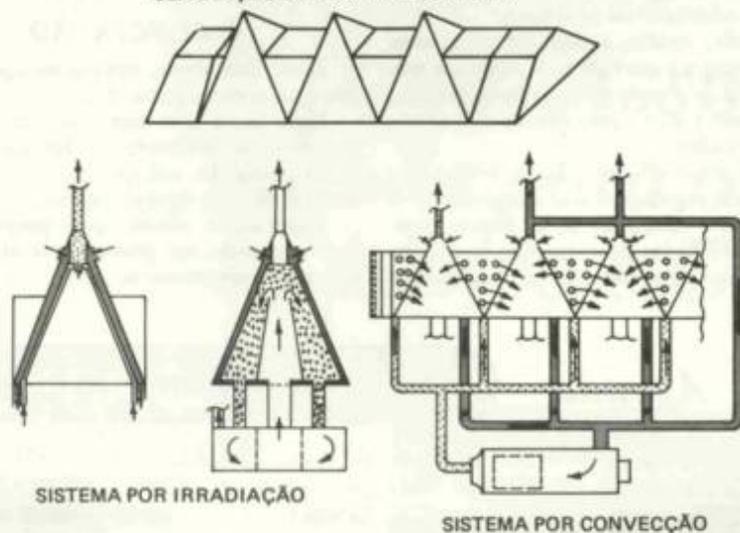


FIGURA 22  
SEPARAÇÃO DE ZONAS NO SECADOR



jamos uma perfeita separação de zonas no secador:

1. Como a evaporação dos solventes da tinta se processa em apenas um quarto do secador, teríamos condições de reduzir significativamente o volume de ar fresco utilizado no processo de secagem.

2. Eliminaríamos os problemas oriundos de condensação dos solventes em três quartas partes da estufa. Reduziríamos, portanto, os defeitos de pintura (respingos de condensado e crateras) e os riscos de incêndio.

3. Teríamos melhores condições de reaproveitamento de calor do ar saturado, que seria efetuado com uma quantidade muito menor de trocadores.

4. Tornaria mais simples a correção das temperaturas da estufa.

A forma de executar esta separação de zonas é que representa o problema maior.

Analizamos anteriormente os sistemas conhecidos que possibilitam evitar fuga de ar quente pelas siluetas. Poderíamos pensar no aproveitamento de um destes sistemas no interior dos secadores, mas teríamos dificuldades em garantir a perfeita separação, principalmente nos secadores por convecção de calor, que operam com um volume muito grande de ar em circulação.

Nos secadores por irradiação de calor, encontraríamos maior facilidade em conseguir esta separação. Com a idealização de um sistema misto

### IRRADIAÇÃO + CONVECÇÃO

com tiragem livre no primeiro trecho e o reprocessamento do ar saturado dos estágios seguintes, teríamos condições de conseguir a perfeita separação das zonas.

Estamos na primeira fase de estudos sobre um tipo de secador que permitiria a

utilização deste sistema, e que mostraremos apenas como curiosidade, uma vez que ainda não foi calculado e nem mesmo analisada a viabilidade construtiva do mesmo.

O sistema se baseia na utilização de gomos piramidais que operam por irradiação de calor e interferências entre os gomos, operando por convecção (Figura 22).

Existe uma diferença fundamental entre os processos de secagem por irradiação e por convecção de calor.

— A secagem por convecção se inicia na superfície da película, que se fecha rapidamente, reduzindo a possibilidade de deposição de sujeira sobre o filme.

O processo por convecção propicia uma secagem melhor das áreas internas do objeto, em virtude do fluxo de ar quente com elevada turbulência que ocorre no interior das mesmas.

— Já no processo por irradiação, as ondas infra-vermelhas penetram na estrutura do material e, neste caso, a secagem se inicia no interior da camada. Temos então, um fechamento mais lento do filme, e em contrapartida, uma secagem mais uniforme da película.

Os dois sistemas de secagem apresentam vantagens significativas em termos de qualidade. O processo ideal deve reunir as características principais de cada sistema. Teremos então um sistema misto de secagem, que nos proporcionará a utilização da elevada penetração de calor do sistema por irradiação, o fechamento rápido do filme característico do processo por convecção e, ao mesmo tempo, um fluxo de ar quente nas regiões de difícil acesso no produto.

A alimentação de calor, neste tipo de secador, enquadra-se no padrão tradicional. A parcela que opera por convecção é

alimentada por ar pré-aquecido e a parcela por irradiação utiliza-se de aquecedores de queima direta, em circuito totalmente independente.

A forma construtiva, no entanto, favorece o nosso objetivo de separação de zonas e proporciona uma retenção maior das ondas térmicas. Possibilita ainda um envolvimento maior do objeto, uniformizando a secagem.

## 5. POSSIBILIDADES DE REDUÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA SOMENTE COM A OTIMIZAÇÃO DA REGULAGEM DO SECADOR

Sabemos, por experiência, que é possível a redução de 15 a 20% do consumo de energia, apenas com a otimização da regulagem de um secador.

O ponto fundamental para que consigamos esta redução consiste na adequação do volume de ar fresco admitido pelo secador à quantidade estritamente necessária. Para tanto, devemos conseguir medições de velocidade do ar próximas do zero, nas siluetas de entrada e saída do secador.

Podemos conseguir este objetivo com a utilização de um artifício de regulagem, que possibilita a manutenção de uma pressão de ar, regulável, contra as siluetas. Teremos, desta forma condições de corrigir, ao longo do tempo, as influências exercidas contra o secador pelas cabines de evaporação — influências estas, devidas à saturação dos filtros ou qualquer desregulagem verificada.

Vamos adotar como princípios básicos para a regulagem os seguintes conceitos:

1º O ar fresco deve ser admitido em locais nos quais o rendimento térmico dos aquecedores possa ser melhorado. Logicamente, não obteremos vantagens com a admissão de ar fresco pelos aquecedores situados nas extremidades do secador. Estes equipamentos já operam com elevado rendimento, em virtude da baixa temperatura de retorno. Temos, nestes aquecedores, uma tiragem dos gases de combustão, com temperaturas menores do que as efetuadas pelos aquecedores centrais.

2º Da mesma forma, também não obteremos vantagens quando procedermos à exaustão do ar saturado pelos aquecedores centrais. Devemos expelir o ar saturado pelos equipamentos, onde as temperaturas de retorno forem menores.

### 5.1 Sequência de regulagem:

1. Fechar todas as frestas de admissão de ar fresco e os dumpers de exaustão de ar saturado.

2. Medir e regular a vazão em todos os bicos de insuflamento no secador. Esta re-

gulagem é efetuada com retorno livre e objetiva atingir vazão máxima e uniforme, em todo o sistema.

3. Efetuar o ajuste da admissão de ar fresco, regulando simultaneamente: frestas de admissão de ar fresco e frestas do retorno de cada aquecedor.

4. Regular em seguida as frestas de entrada nas cortinas de ar, também visando a máxima vazão de ar, em recirculação pelas mesmas.

Teremos desta forma um perfeito balanço no fluxo de ar, com o sistema frio.

5. Ligar os aquecedores e após o aque-

cimento, corrigir o térmico do ar, através do fechamento dos dumpers dos dutos de retorno, até atingir novamente a condição inicial de admissão de ar fresco.

6. Medir, então, a fuga de ar quente pelas siluetas e a corrigir pela abertura dos dumpers dos exaustores de ar saturado, das cortinas e dos aquecedores dos extremos do secador.

Teremos condições, desta forma, de manter uma regulação fixa no secador.

Fixando a admissão de ar fresco, teremos possibilidades de correções na regulação, apenas pela variação de posição de

quatro dumpers e conseguiremos ainda, elevar a temperatura das cortinas de ar, reduzindo os problemas de condensação.

## 6. CONCLUSÃO

Com este item, concluímos a exposição que pretendíamos fazer.

Esperamos que este trabalho tenha sido útil aos Senhores, e lhes dado novas alternativas de redução no consumo de energia de seus equipamentos.

Esperamos, ainda, que possamos ter lhes auxiliado no processo de escolha de futuros equipamentos.

## Agenda

**TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE**, será o tema do seminário promovido pela ABTG em São Paulo, em data a ser confirmada.

Os trabalhos serão coordenados pelo sr. Célio Hugeneuer e tratarão dos temas em alto nível técnico e científico.

Confirmação de data e inscrições poderão ser feitas através dos telefones: 251-0528, 284-4385 e 284-6912 ou à Av. Paulista, 1313 - 9º andar, conjunto 913.

Φ

Dia 27 de maio o Rio de Janeiro será palco de mais uma palestra da ABTG. O palestrista, sr. Gilmar de Souza Cupolillo, falará sobre o tema: **APLICAÇÃO E PROPRIEDADES DE NIQUEL QUÍMICO DEPOSITADO QUÍMICAMENTE**.

Os trabalhos se iniciarão às 20:00 horas, sendo precedido de um coquetel oferecido pela ABTG. A ABTG leva ao Rio de Janeiro, graças ao apoio do SENAI carioca, um importante tema da Galvanoplastia.

O endereço é: Rua Mariz e Barros, 678 - 1º andar, o coquetel será servido no 8º andar.

Φ

Em continuidade ao ciclo de palestras, a ABTG convidou o Sr. Luiz Geraldini

Neto, que falará sobre o tema: **CONTROLE DE QUALIDADE DE PEÇAS GALVANIZADAS**.

A palestra se realizará à av. Paulista 1313 - 15º andar, dia 11 de maio de 82. Como de costume, a palestra inicia-se às 20:00 horas e às 18:30, será oferecido o tradicional coquetel aos convidados.

Φ

**COMBATE À CORROSÃO COM REVESTIMENTOS ORGÂNICOS** é o tema do palestrista sr. Francisco A. Baptista no dia 08 de junho de 82 à av. Paulista 1313 - 15º andar.

A palestra iniciará às 20:00 horas, mas às 18:30 a ABTG oferecerá um coquetel aos convidados.

Φ

De 4 a 8 de maio, o **Institute of Metal Finishing** da Inglaterra promoverá a **Annual Technical Conference and Exhibition**.

Maiores informações poderão ser obtidas no endereço:

Exeter House  
48 Holloway Head  
Birmingham  
B1 1NQ

Φ

De 19 de abril a 10 de maio, estará acontecendo em São Paulo, o XII CURSO

**BÁSICO DE GALVANOPLASTIA**. Sob o patrocínio da ABTG, FIESP/CIESP e SINDISUPER, o curso contará com 15 itens e servirá para aprimoramento técnico de Encarregados e Supervisores de Tratamento de Superfície.

As aulas irão das 19:00 às 22:00 horas, tendo como coordenador o sr. Milton G. Miranda. O curso será ilustrado com "slides" e contará com apostilas.

Maiores informações pelos telefones 284-4385 e 284-6812.

Φ

Neste mês de maio, a BRASIMET estará realizando três Simpósios sobre Tratamento Térmico, em comemoração aos seus quarenta anos.

No dia 11, os debates acontecerão no Porto Alegre Country Club, à Rua Líbero Badaró, 524 - Porto Alegre. No dia 12 será a vez de Caxias do Sul, no Hotel Samuara, à Estrada Farroupilha - Km. 12. Maiores informações com Srta. Solange - tel. (0512) 22-1122, até dia 7/5.

E em São Paulo acontecerá no dia 20, no Centro de Convenções do Centro Empresarial de São Paulo, à Av. Maria Coelho Aguiar, 215 - Bloco G - 2º andar, em Santo Amaro. Informações com Srta. Sandra - tel. 522-0133 - ramais 355 ou 292, até dia 14/5.



# DESENGRAXANTES

Quem procura, acha... , porém, só 11 têm a GARANTIA DE QUALIDADE

## DIXIE

### STIROCLEAN S.22

Composto alcalino para desoxidação. Stiroclean S.22 é um composto alcalino, isento de cianetos e não tóxico. O produto contém uma ótima combinação de agentes quelantes para proporcionar uma operação rápida e econômica.

### ALKLEAN A.44

Decapante alcalino para alumínio. A.44 é um decapante alcalino 100% ativo contendo agentes quelantes e um aditivo que proporciona o refinamento do grão.

### STIROCLEAN X 40

Químico e Eletrolítico, especial para peças de ferro, aço, cobre e latão. Pode dispensar lavagens intermediárias entre o desengraxe químico e eletrolítico. Não clorídrico.

### ROCOLENE

Eletrolítico a Frio, para a limpeza final de peças de ferro, latão e cobre. Auxilia a liberação do hidrogênio remanescente das operações anteriores de decapagem e desengraxe catódico.

### EXCELCLEAN E 66

Químico Universal, para ferro, latão, cobre e zamak. Dispensa o uso de solventes clorados, usuais na pré-limpeza.

### ALKLEAN A.33

Desoxidante e decarbonizante para alumínio. A.33 é uma mistura balanceada de compostos acídicos contendo cromatos e outros agentes ativantes.

A.33 é um pó facilmente solúvel em água.

### ALKLEAN A.11

Desengraxante químico para alumínio sem ataque do metal.

A.11 é um Desengraxante silicatado contendo um sistema de detergentes altamente eficientes.

### ATIVON

Ativação Eletrolítica de Níquel.

Resolve todos os problemas de ativação das camadas de níquel lustradas ou não.

### EXCELCLEAN E 33

Eletrolítico a Frio ou a Quente, não Cianídrico. Uso Universal.

### EXCELCLEAN E 11

Eletrolítico a Quente, para metais ferrosos e não ferrosos. Especialmente formulado para o desengraxe catódico de zamak e latão. Atua sem atacar o metal-base.

### DESCALE DS.26

Decapante alcalino não cianídrico - desengraxante a frio.

A última palavra internacional em Desengraxantes Biodegradáveis. Formulações contendo agentes quelantes, surfactantes não iônicos e agentes condicionadores da água, balanceados para proporcionar limpeza eficiente, facilitar a sua posterior lavagem e assegurar boa deposição metálica.

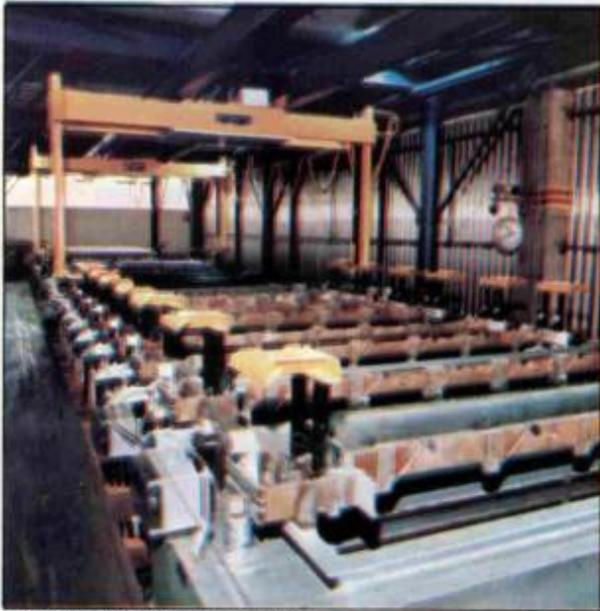
## DIXIE

DIXIE  
INDÚSTRIA e  
COMÉRCIO LTDA.

SP - Rua Bilac, 424 - Vila Conceição - Diadema - CEP 09900 -  
fone 456-6744 - telex: (011) 22303  
RJ - Rua Itaoca, 655 - Bonsucesso - CEP 21061  
fone 270-1847 - 270-0392  
RS - Rua Andrade Neves, 1164 - Caxias do Sul - CEP 95100  
fone 221-3408

# AUTOMAÇÃO

QUEM FEZ MAIS... FAZ MELHOR



EQUIPAMENTO PARA GANCHEIRAS AUTOMÁTICA PROGRAMADA.



EQUIPAMENTO PARA TAMBOR AUTOMÁTICO PROGRAMADO

Nosso sistema turn-key oferece:

- Economia de mão de obra
- Economia no consumo de água e redução do efluente à ser tratado
- Padrão uniforme na qualidade do acabamento, e menor índice de rejeição
- Máxima produtividade com a menor área instalada

Também fabricamos e instalamos:

- Conjuntos de exaustão completos, inclusive com lavadores de gases
- Tambores rotativos para eletrodeposição e polimento
- Equipamento para filtração de 200 à 10.000 L/hora
- Aquecedores elétricos de imersão e toda a linha de equipamentos e acessórios para tratamento de superfície

Podemos orientá-lo, fornecendo soluções técnicas para todas as seqüências de tratamentos de superfícies metálicas e não condutoras.

TETRA - DEWEKA, unidas, resolvem seus problemas de tratamento com economia e qualidade.

Comece a resolvê-los, chame nosso representante pelo telefone:  
93-8711 ou 92-0834 - TLX (011) 23580.



MANUFATURA GALVÂNICA TETRA LTDA.  
Rua Bresser nº 1.305 - Brás - São Paulo - SP  
CEP: 03017 Cx. P.: 10.611

## HERBERT LICHTENFELD com honras internacionais



A ABTG e a revista **TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE** congratulam-se com a honra recebida pelo diretor conselheiro da Associação Brasileira de Tecnologia Galvânica e Tratamentos de Superfície, sr. Herbert Lichtenfeld, recentemente eleito **Fellow** do **INSTITUTE OF METAL FINISHING** da Grã-Bretanha.

É com bastante interesse que os empresários brasileiros de tratamento de superfície vêem este intercâmbio de idéias, que representa um rápido desenvolvimento nas relações entre a ABTG e este renomado instituto do Velho Mundo.

## Equipamentos automáticos da M. G. TETRA LTDA.

A elevada produtividade e construção modular, permitindo ampliações e reprogramações a custo mínimo, fazem dos Equipamentos Automáticos Programados DWK V H-22/H-24 os ideais para serem usados em seqüência de Galvanoplastia e todos os tratamentos de metais e não condutores.

Estes equipamentos, dotados de programador de conceito avançado e sistema Variomato, estão preparados para atender qualquer alternativa do processo.

## PAINTSTRIP-E, o removedor da METAL FINISHING

Um excelente produto líquido à base de solventes e aditivos especiais não inflamáveis, **PAINTSTRIP-E** foi desenvolvido para a rápida remoção de pintura em peças metálicas.

Sua ação removedora funciona com extrema rapidez, a frio, nas mais diversas tintas. Inclusive camadas curadas em estufa, além de tintas ressecadas usualmente encontradas nas ganchetas e demais dispositivos auxiliares de pintura.

## DACROMET PLUS uma evolução da DIAMOND SHAMROCH DO BRASIL

**Dacromet Plus** é uma solução aquosa de cor vermelha aplicada em temperatura ambiente, a qual após a cura, forma uma camada complementar em peças revestidas com **Dacromet 320** ou **400**, resultando desta combinação, um revestimento anti-corrosivo com um alto grau de pro-

teção.

A camada de **Dacromet Plus** oferece boa resistência aos solventes orgânicos como gasolina, álcool e outros, não gerando gases ou outros efluentes nocivos, resultando na ausência de qualquer problema de poluição.

## PRESTO BLACK DA TECNOREVEST

**PRESTO BLACK** é uma nova linha de oxidantes de alta qualidade para uso em metais ferrosos. **PRESTO BLACK** foi de-

veloppido pela Birchwood Casey e é distribuído no Brasil pela Tecnorevest.

Aqui está onde você economiza:

|                  | PRESTO BLACK                                                  | Oxidante à Quente                                             |
|------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Custo de Energia | - Baixo, processo a frio.                                     | - Alto, trabalha acima de 100°C.                              |
| Produtividade    | - Alta, ciclo operacional curto, facilmente automatizável.    | - Baixa, longo ciclo operacional, difícil de automatizar.     |
| Segurança        | - Não poluente, processo a frio dispensa a exaustão de gases. | - Poluente, solução cáustica a quente. Necessária a exaustão. |
| Manutenção       | - Desnecessária, opera a frio.                                | - Alta, fumos corrosivos atacam o equipamento.                |

## DECAPALIMP DWK 225 da ORWEL QUIMICA S/A

Um novo conceito para decapagem rápida e perfeita de aços, prévio aos processos de acabamento.

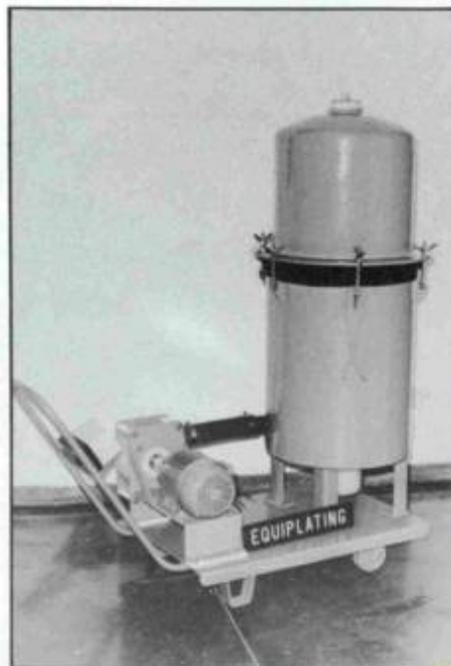
Adicionado ao ácido clorídrico ou à mistura de ácido clorídrico/sulfúrico, **DECAPALIMP DWK 225**, proporciona ação rápida, minimiza a absorção de hidrogênio e limpa as sujidades. Em seguida o material estará pronto para as operações subsequentes.

## O sucesso dos CHIPS ROTOPLAST

Dada a grande aceitação de seus **chips ROTOPLAST**, a **ROTO-FINISH** já dobrou a capacidade de produção e, acaba de lançar mais bitolas e formatos desta nova média, que entre muitas vantagens produz menos poluição e não depende de derivados de petróleo para sua fabricação.

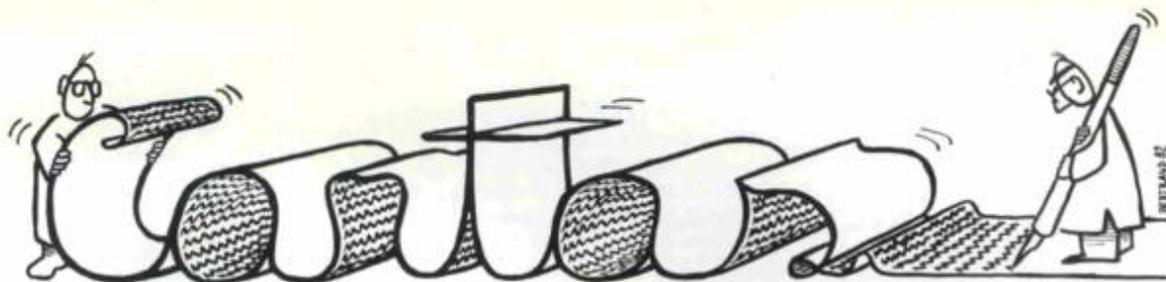
O novo sistema de **REBARBAÇÃO SOB PRESSÃO**, usando máquinas **SPIRATRON** e média de aço, despertou grande atenção e continua sendo demonstrado na Planta Piloto da **ROTO-FINISH**, com as peças dos industriais interessados.

## Bombas filtro EQUIPLATING



Bomba imersa e filtros cartucho em polipropileno, com capacidade de 200, 500, 1000 e 1500 litros/hora.

Na foto uma unidade de discos horizontais para uso com papel filtrante ou pano em modelos com capacidade de 2500 a 10.000 litros/hora.



A partir de agora, você empresário, técnico ou interessado em Galvanoplastia, Pintura ou Tratamento Térmico, já tem a quem recorrer no caso de dúvidas ou queixas sobre produtos, processos ou equipamentos em sua área.

A revista TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE coloca a sua disposição o espaço necessário para expor seus problemas e receber a orientação dos melhores técnicos do ramo. Esta seção "CARTAS", servirá para que se mantenham abertos os canais de diálogo entre clientes e fornecedores, técnicos e cientistas, empresários e órgãos oficiais ou simplesmente estudiosos do as-

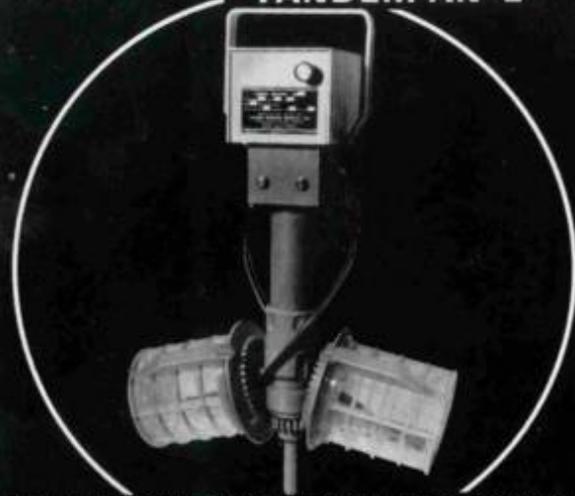


sunto.

Vamos transformar esta coluna em um Fórum de Debates sobre os grandes temas de nosso setor, opinando, criticando, ou enviando sugestões, estaremos contribuindo para que o Tratamento de Superfícies possa realmente atingir, em termos de conscientização, a posição de relevo que já ocupa na indústria brasileira.

Para ser atendido pela revista TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE, basta escrever para Copy Service Reproduções Gráficas, Revista Tratamento de Superfície - Rua Cardeal Arcoverde, 1644 - CEP 05408 - São Paulo - Capital.

## AN-2 TAMBOR ROTATIVO "TANDEM AN-2"



É um tambor portátil destinado à eletrodeposição de metais em peças miúdas. É constituído de duas cestas de peneiras que apresentam grande superfície para a passagem da corrente elétrica (amperagem). As cestas são de projeto especial e injetadas em plástico resistente, e também podem ser usadas manualmente, em separado, nos processos químicos.

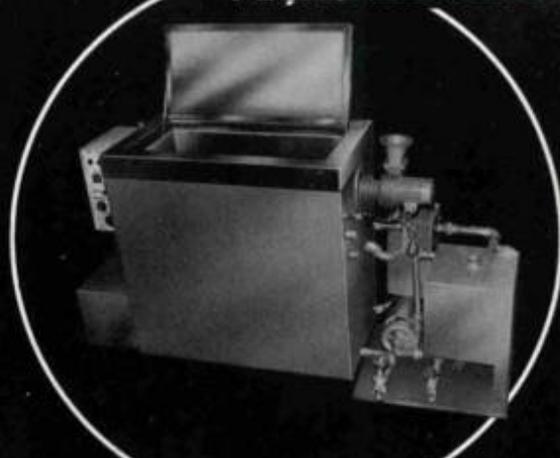
Fabricamos também outros tipos de tambores como o tambor rotativo de ânodo interno, tambores rotativos especiais para plástico e zamac, tambores para diversas finalidades, de diferentes tamanhos, todos eles usando avançada tecnologia de soldagem e plástico especial de alta qualidade.

Fabricado sob licença de Hans Henig (Alemanha Ocidental)

**aletron** PRODUTOS QUÍMICOS LTDA.

Rua São Nicolau, 210 - Caixa Postal, 165 - 09900 DIADEMA, SP  
Telefone, (011) 445-3766 - Telex 011 4275 FORJ BR

## TIPO 18/8 MÁQUINA DE DESENGRAXAR PEÇAS METÁLICAS



O desengraxador 18/8 é operado manualmente ou com auxílio de talha e disponível em 5 tamanhos, com capacidade de carga de 20 a 100 kg por cesta. Funciona com a utilização do tricloroetileno, percloroetileno ou do 1.1.1. tricloroetano, ótimo solvente na remoção de óleos, graxas, alcatrão, cera, tinta, etc.

Fabricamos também outros tipos de desengraxadores, automatizados, para maior produção, destinados igualmente a desengravar e limpar peças antes de serem galvanizadas, pintadas ou de receberem qualquer outro tratamento, tanto no processo de fabricação como no de montagem.



**aletron** PRODUTOS QUÍMICOS LTDA.

Rua São Nicolau, 210 - Caixa Postal, 165 - 09900 DIADEMA, SP  
Telefones, (011) 456-1086, 456-1922 - Telex 011 4275 FORJ BR

## RETIFICADOR DE CORRENTE

# HIDROTEC

refrigerado à água

Proteção completa, através de fusíveis ultra rápidos, contadores magnéticos, termostatos contra sobre temperatura, limitador de corrente e circuito de alarme.

Unidade reguladora transistorizada com regulação de 0 a 100%

Conexões de saída CC, com ampla superfície de contato, que proporciona perfeita condutibilidade

Conexões flexíveis para entrada e saída de água corrente

Panel de controle incorporado ao gabinete, com dobradiças removíveis por pressão possibilitando seu deslocamento para o comando à distância

Controle eletrônico, com circuito impresso modular sistema "PLUG-IN", para estabilização da voltagem, da amperagem e da densidade de corrente

Transformador de potência especificamente desenvolvido para refrigeração selada.

Sistema de refrigeração por fluido circulante, impulsionado por moto-bomba e refrigerado em trocador de calor através de água corrente.

Gabinete de construção sólida, blindado à prova do meio ambiente e protegido com pintura anti-corrosiva.

HIDROTEC RCT H 1550/21 (15 V 5000A)  
Larg. 950 mm - Prof. 950 mm - Alt. 1600 mm - Peso 800 kg

**total e nova concepção técnica em retificadores industriais**

retificador de corrente, refrigerado à água em circuito selado, de peso e dimensões reduzidas, utilizado em processos industriais que requeiram corrente contínua com controle automático de tensão (CAT) e/ou controle automático de corrente (CAC).



**TECNVOOLT** - Indústria e Comércio Ltda.

04253 - Rua Alencar Araripe, 108/132 - Cx. Postal 30512 - São Paulo 01000 - Brasil  
Tel.: (011) 274-2266 - Tlx.: (011) 24648 TIEE BR - End. Teleg.: "Tecnovolt".



## - Nós somos os melhores... e a Célula de Hull é a prova disto.

A mais de 30 anos a ROHCO (R.O. Hull & Co), tem sido reconhecida como uma das líderes mundiais na produção de produtos químicos para tratamento de superfícies. A pesquisa continua, e o desenvolvimento fez da ROHCO uma das líderes na Indústria de Produtos Químicos para tratamento de superfícies. Os produtos da ROHCO são encontrados por todo o mundo. A famosa Célula de Hull, é reconhecida por todos como um padrão de testes de soluções Galvânicas.

A Rohco é a sua melhor fonte de aditivos para Zinco, Estanho, Níquel, Níquel Ferro, Cobre, Cádmio, Níquel Químico, Remove-dores de Tintas e Metais, Decapantes, Inibidores, Lacas, Óleos Protetores, Desengraxantes, etc.

Chame o seu representante ROHCO hoje. Ele é o seu homem certo, e o ajudará a selecionar o melhor produto ROHCO para sua operação, saiba através dele porque a Rohco é melhor; peça para provar. Ele o fará mesmo!!



### CONSULTE-NOS

Rohco Brasileira Industrial e Comercial Ltda.  
Rua Dois n.º 109/121  
Diadema - SP.

- Vendas - 456-4222
- Assistência Técnica, Pesquisa e Desenvolvimento - 456-4567