

Tratamento de Superfície

ISSN 1980-9204

www.portalts.com.br

JANEIRO 2023 | Nº 233



ENCONTRO E EXPOSIÇÃO BRASILEIRA
DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

11.14

Setembro 2024

SÃO PAULO EXPO

Tecnologia

Networking

Negócios

O MERCADO DE ALUMÍNIO
Entrevistas, inovação, tecnologia
e novas aplicações

**EBRATS 2024
FOI LANÇADO**

Inovação

**Evento está confirmado e já tem
empresas e datas definidas**





Equipamentos Galvânicos

Há mais de 14 anos sendo referência em equipamentos galvânicos.



Linhas Automáticas

Com Automação completa e Software personalizado.



Linhas Manuais



Sistemas de Exaustão



Carros Transportadores



Tambores Rotativos



Centrífugas de Secagem



Produção

Soluções personalizadas no desenvolvimento, na instalação e manutenção.



Indústria 4.0

Trabalhamos com retrofit, adequação e modernização de equipamentos.



Acessórios

Possuímos completa linha de acessórios para galvanoplastia.



Suporte

Assistência personalizada, treinamento de equipe e suporte online.



Rodovia RS 239, nº 5461
Vila Irma - Sapiranga/RS
CEP 93805-798 - Brasil.



www.iba.ind.br



sac@iba.ind.br

Fale Conosco!

(51) 3523.4210
(51) 3523.4199



Um Ano de Grandes Realizações

Ainda vem muito por aí!

Cada vez mais, a ABTS vem criando caminhos para se conectar com os associados e o mercado de forma mais objetiva e inovadora e 2022 foi um ano com excelentes resultados. Iniciamos com os nossos primeiros cursos de Tratamentos de Superfície e de Pintura Industrial no formato digital, via plataforma ZOOM; esse novo formato possibilitou atingirmos cada vez mais profissionais do setor, reduzindo custos e encurtando as distâncias para levar conhecimento a qualquer região do país. Também realizamos vários webinários para divulgação de novas tecnologias, processos e informações sobre Tratamentos de Superfície.

O Portal TS, principal fonte de informações do setor, apresentou, ano passado, resultados surpreendentes! Foram mais de 500 mil visualizações e 75 mil usuários ativos.

ENCONTRO BRASILEIRO DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

O EBRATS 2022 foi um sucesso! Realizado em conjunto à FESQUA, entre 14 a 17 de setembro, o evento contou com os principais *players* do setor e com mais de 47 mil visitantes.

Devido à enorme receptividade do mercado e ao êxito da edição de 2022, a ABTS já iniciou a comercialização do EBRATS 2024, que acontecerá entre 11 a 14 de setembro de 2024, também no São Paulo Expo, mais uma vez em parceria à FESQUA, nossa expectativa é que a próxima edição seja a maior já realizada pela ABTS.

Não fique de fora! Junte-se a nós, participe da ABTS. Uma entidade com mais de 54 anos, comprometida e focada no desenvolvimento dos profissionais e das empresas que atuam no setor de Tratamentos de Superfície! 🌱



RUBENS CARLOS S. FILHO
Diretor do EBRATS 2024

AGENDA
ABTS 2023



EBRATS 2024
SAIBA MAIS



CAPA

PREPARE-SE: EBRATS 2024
JÁ TEM DATA E EMPRESAS
CONFIRMADAS

Ana Carolina Coutinho



3 PALAVRA DA ABTS

UM ANO DE GRANDES REALIZAÇÕES

Rubens Carlos S. Filho

7 NOTÍCIAS DA ABTS

ABTS CELEBRA A CHEGADA DE UM NOVO ANO

10 ORIENTAÇÃO TÉCNICA

ANODIZAÇÃO: ESCOLHENDO A SELAGEM

João Ricardo Batista

14 GRANDES PROFISSIONAIS

CONTAR A HISTÓRIA DE JOSÉ CARLOS D'AMARO É
TAMBÉM REVELAR A TRAJETÓRIA E CONQUISTAS
DE GRANDES EMPRESAS DO SETOR

Ana Carolina Coutinho

20 ENTREVISTA

"A INOVAÇÃO E A CRIATIVIDADE SÃO INFINITAS"

Jacques Caradec

22 MATÉRIA TÉCNICA

ANODIZAÇÃO DE ALUMÍNIO

Barbara Lois Mathias de Souza, Elaine
Bassanelli e Célia Regina Tomachuck

32 MATÉRIA TÉCNICA

AS LIGAS ZINCO-ALUMÍNIO - PROPRIEDADES E
APLICAÇÕESICZ – Instituto da cadeia do Zinco, Comitê
Técnico

36 MATÉRIA TÉCNICA

FOSQUEAMENTO ALCALINO DE ALTA
PERFORMANCE – BENEFÍCIOS

Fernando Brasílio da Silveira

40 PINGA-FOGO (NOVA SEÇÃO)

O MERCADO DE ALUMÍNIO PELA VISÃO DA
TERMOMECANICA

Paulo Cezar Martins Pereira

42 OPINIÃO EXECUTIVA

RELAÇÃO CLIENTE-EMPRESA E A SUA
IMPORTÂNCIA PARA O SUCESSO DOS NEGÓCIOS

Fernanda Grolla

44 PONTO DE VISTA

CRIATIVIDADE: O MITO DO 'DOM'

Victor de Almeida Moreira

BORETO & CARDOSO TRAZ NOVIDADES

Ácido Clorídrico 37% P.A em seu portfólio

Pioneira no mercado de distribuição de produtos químicos para diferentes segmentos industriais há mais de 50 anos, a Boreto & Cardoso traz grandes novidades para esse ano, e uma delas é a inclusão do Ácido Clorídrico 37% P.A em seu portfólio.

O Ácido Clorídrico 37% P.A é um químico líquido incolor de odor acre, muito utilizado na decapagem de metais, tratamento de superfícies, regeneração de resinas de troca iônica, como reagente de laboratório, flotação e processamento de minérios, na indústria alimentícia e farmacêutica.



A Boreto & Cardoso está localizada em Santana do Parnaíba, região extremamente estratégica na Grande São Paulo, que permite acesso rápido às rodovias, para melhorar ainda mais seus serviços de logística e conta com uma estrutura de 3 mil metros quadrados e um grande estoque de produtos, como: ácido clorídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico, amônia, cloreto férrico, hipoclorito de sódio e muito mais. Para 2023 a CEO Eliane, deseja explorar ainda mais novos segmentos e mercados, se tornando especialista no setor, com muita qualidade e confiabilidade!



Acesse nosso site e conheça
todo nosso portfólio de produtos!
boreto.com.br

✉ boreto@boreto.com.br

☎ +55 11 3931-1722 | +55 11 2366-6260

☎ +55 11 99108-2229 | +55 11 94541-0088

📍 R. Alagoas, 30 - Recanto Silvestre
Santana de Parnaíba - SP



BORETO & CARDOSO
PRODUTOS QUÍMICOS



A intenção e o poder da vontade

ANA CAROLINA COUTINHO

editorialb8@gmail.com

A minha virada de Ano Novo foi diferente; acostumada a celebrar próximo ao mar, imprevistos adiaram a tão esperada visita à praia, mas ela veio. Já dentro de 2023, consegui reunir alguns amigos e passar o aguardado fim de semana na praia. Reuni os meus melhores amigos! Até então, eles não se conheciam, pois são pessoas completamente diferentes – idade, profissão, jeito, configuração familiar... Isso me gerava certa ansiedade, mas sabe o que aconteceu? Eles se adoraram, se divertiram, descansaram e dividiram os momentos de maneira feliz; acredito que porque tinham essa intenção.

Acontece a mesma coisa no nosso mercado. Nós, da ABTS, conjuntamente com todo o setor de TS, temos, apesar de diferentes configurações em nossos negócios (atuação, tamanho, segmento, processos...), todos, a mesma intenção: prosperar, nos manter unidos, criar momentos significativos para as empresas e setor, profissionais e associados... E essas intenções foram concretizadas com o EBRATS 2022, unanimemente, um sucesso, ocasionado pelos reencontros, *networking*, negócios, e, por que não dizer, pela a alegria do retorno do maior evento do setor na América Latina. **Intenção.**

Com todo esse êxito, foi oficializado o lançamento do próximo EBRATS! Ele ocorrerá em setembro de 2024 e já conta com algumas empresas participantes; seus nomes e outros detalhes do evento você conhece em nossa **matéria de CAPA.**

Nesta edição, também trazemos diversos textos especiais sobre o **mercado de alumínio**, como a **Entrevista com Thierry Caradec**, Diretor-Executivo da **Prodec**, empresa que vem inovando há décadas nesse setor, ou a estreia da seção **Pinga-fogo**, um bate-papo rápido sobre um tema específico, **inaugurando com o Superintendente de Vendas e Marketing da Termomecânica: Paulo Cezar Martins Pereira**. Nas **Matérias Técnicas: 'Anodização de Alumínio'**, por Barbara L. M. de Souza, Elaine Bassanelli e Célia R. Tomachuck; **'As Ligas Zinco-alumínio - Propriedades e Aplicações'**, escrita pelo **Comitê Técnico do ICZ**; e ainda **'Fosqueamento Alcalino de Alta Performance - Benefícios'**, por **Fernando B. da Silveira**. Continuando com alumínio, **João R. Batista auxilia os anodizadores a escolherem a melhor selagem**, em **Orientação Técnica.**

Na parte da institucional, a ABTS traz as suas intenções para o setor com o artigo **'Um Ano de Grandes Realizações'**, de **Rubens Carlos S. Filho, Diretor do EBRATS, em Palavra da ABTS**; e a cobertura do evento que celebrou as atividades da Associação em 2022, em **Notícias da ABTS.**

Já nos artigos empresariais, um importante texto sobre marketing mostra como **as companhias têm uma ideia equivocada da percepção de seus clientes sobre elas**, leia em **Opinião Executiva**, de Fernanda Grolla; já o engenheiro e escritor **Victor de Almeida Moreira** destituiu o mito de que algumas habilidades, como a criatividade, são um dom, em **Ponto de Vista.**

Por fim, **Grandes Profissionais** conta a história de **José Carlos D'Amaro, um executivo que tem sua trajetória intimamente ligada às principais empresas do setor.** Sua inspiração: a família, a inovação, o conhecimento, a ação... **Intenção!**

Felizes por estarmos mais um ano juntos. Bem-vindo 2023!

E que seja próspero! 🌱

A ABTG - Associação Brasileira de Tecnologia Galvânica foi fundada em 2 de agosto de 1968. Em razão de seu desenvolvimento, a Associação passou a abranger diferentes segmentos dentro do setor de acabamentos de superfície e alterou sua denominação, em março de 1985, para ABTS - Associação Brasileira de Tratamentos de Superfície. A ABTS tem como principal objetivo congregando todos aqueles que, no Brasil, se dedicam à pesquisa e à utilização de tratamentos de superfície, tratamentos térmicos de metais, galvanoplastia, pintura, circuitos impressos e atividades afins. A partir de sua fundação, a ABTS sempre contou com o apoio do SINDISUPER - Sindicato da Indústria de Proteção, Tratamento e Transformação de Superfícies do Estado de São Paulo.



Edifício New Times
Rua Machado Bitencourt, 205 - 6º andar - conjunto 66
Vila Clementino - São Paulo - SP - 04044-000
www.abts.org.br | abts@abts.org.br

ABTS Gestão 2022 - 2024

Reinaldo Lopes
PRESIDENTE

Gilbert Zoldan
VICE-PRESIDENTE

Sandro Gomes da Silva
DIRETOR-SECRETÁRIO

Carmo Leonel Júnior
VICE-DIRETOR SECRETÁRIO

Douglas Fortunato de Souza
DIRETOR-TESOUREIRO

Wilma Ayako Taira dos Santos
VICE-DIRETORA TESOUREIRA

Melissa Ferreira de Souza
DIRETORA CULTURAL

Antonio Carlos de Oliveira Sobrinho
VICE-DIRETOR CULTURAL

Airi Zanini
DIRETOR-CONSELHEIRO

Wady Millen Junior
DIRETOR-CONSELHEIRO

Sérgio Andreta
REPRESENTANTE DO SINDISUPER

Rubens Carlos da Silva Filho
EX-OFFICIO



REDAÇÃO, CIRCULAÇÃO E PUBLICIDADE

b8comercial@b8comunicacao.com.br
www.b8comunicacao.com.br

DIRETORES

Igor Pastuszek Boito

Renata Pastuszek Boito

Elisabeth Pastuszek

DEPARTAMENTO COMERCIAL

b8comercial@b8comunicacao.com.br

tel.: 11 99657.9312

DEPARTAMENTO EDITORIAL

Ana Carolina Coutinho (MTB 52423 SP)

Jornalista/Editora Responsável

Renata Pastuszek Boito

Edição e Produção Gráfica

PERIODICIDADE
Bimestral

EDIÇÃO nº 233
Novembro/Dezembro 2023

CIRCULAÇÃO: Janeiro de 2023

As informações contidas nos anúncios são de inteira responsabilidade das empresas. Os artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem necessariamente a opinião da revista.

ABTS CELEBRA CHEGADA DE NOVO ANO



À esquerda, Reinaldo Lopes, Presidente da ABTS, junto a outros associados

Associação realiza coquetel em sua sede para marcar o fim de 2022 e ensejar um próspero 2023



No último dia 1º de dezembro, a sede da ABTS, na capital paulista, recebeu diversos convidados na realização do coquetel de fim de ano.

Representantes da diretoria, incluindo o presidente, Reinaldo Lopes, celebraram o ano de 2022 e ensejaram um próspero 2023.

"A diretoria da ABTS agradece a todos os participantes pela presença!"





O EVENTO FOI PRESTIGIADO POR:

- Airi Zanini - MacDermid Enthone / ABTS
- Anderson Bos - MKS Atotech
- Antonio Carlos de Oliveira Sobrinho - ABTS
- Antônio - Fischer do Brasil
- Danilo Cardoso - ABTS
- Danilo Oliveira - WG
- Douglas Fortunato de Souza - Itamarati / ABTS
- Douglas Travalon - Esferas Douglas
- Gilbert Zoldan - ABTS
- José Carlos Mitkus - Galvomit
- Matheus Augusto Farias - Grupo GP
- Maurício Bombonati - MKS Atotech
- Melissa Ferreira de Souza - Dileta / ABTS
- Murilo - Grupo GP
- Reinaldo Lopes - Grupo GP / ABTS
- Ricardo Cardeal - Ricalv
- Rimantas Sipas - IEG
- Roberto Perantunes - Grupo GP
- Rubens Carlos da Silva Filho - Umicore / ABTS
- Sandro Gomes da Silva - Santerm / ABTS
- Valéria De Demo - Dileta
- Wady Millen Júnior - ABTS 🚩

Prepare-se: EBRATS 2024 já tem data e empresas confirmadas

O lançamento da feira foi oficializado e já está movimentando o mercado, conheça quem já confirmou a presença e mais detalhes da próxima edição

por Ana Carolina Coutinho

11.14
Setembro 2024



Com o sucesso do último **EBRATS**, ocorrido entre 14 e 17 de setembro de 2022, o lançamento da feira foi adiantado e oficializado. A data já está definida e será de 11 a 14 de setembro de 2024, no mesmo local: o **São Paulo Expo Exhibition & Convention Center**, na capital paulista, tudo fruto do êxito ocorrido na última edição.

Para lembrar, o evento de 2022 veio acompanhado de muitas expectativas pós-Covid, surpreendendo a todos, positivamente, com a visita de mais de 45 mil pessoas que o prestigiaram juntamente com a visita à **FESQUA**, feira de esquadrias que ocorreu concomitante, configuração que continuará a vigorar na próxima edição.

Importante frisar que, ademais, além do *networking* e divulgação de produtos e marcas, milhões de reais circularam em negócios, antes e depois do evento, consagrando o EBRATS em 2022 e antecipando o lançamento de novas edições da feira.

Muitas empresas já confirmaram a participação em 2024 (veja ao lado), fruto do sucesso da edição passada – quem não participou acabou perdendo a oportunidade de estreitar relações e fazer negócios. 📈



EMPRESAS CONFIRMADAS

ABC TECNOLOGIAS [+ info](#)
 AZS SOLUÇÕES E TECNOLOGIA [+ info](#)
 ALPHA GALVANO QUÍMICA BRASILEIRA [+ info](#)
 BORETO & CARDOSO [+ info](#)
 DILETA PRODUTOS QUÍMICOS [+ info](#)
 EUROIMPIANTI [+ info](#)
 FISCHER DO BRASIL [+ info](#)
 GALVAMIT QUÍMICA [+ info](#)
 GOTAQUÍMICA [+ info](#)
 GREEN PALM
 HOOK GANCHEIRAS [+ info](#)
 IBA EQUIPAMENTOS [+ info](#)
 IRIIDIUM COMÉRCIO (CAPLUGS) [+ info](#)
 ITAMARATI METAL QUÍMICA [+ info](#)
 MACDERMID ENTHONE [+ info](#)
 MKS ATOTECH [+ info](#)
 MTC TRAT [+ info](#)
 MEGA EQUIPAMENTOS [+ info](#)
 QUIMIDREAM PRODUTOS QUÍMICOS [+ info](#)
 SAITA [+ info](#)
 TPI TÉCNICA EM PINTURA [+ info](#)
 TECHMETAL PRODUTOS QUÍMICOS [+ info](#)
 TRATHO METAL QUÍMICA [+ info](#)
 UMICORE [+ info](#)
 ZINCAGEM MARTINS [+ info](#)
 WG RETIFICADORES [+ info](#)

www.ebrats.com.br

11 99657.9312



realização



organização e promoção



comercialização



mídia oficial

Anodização: Escolhendo a Selagem

Uma das principais dúvidas dos anodizadores está na escolha da selagem, assim, apresentamos este guia para auxiliar a encontrar a melhor opção para as suas peças



JOÃO RICARDO BAPTISTA

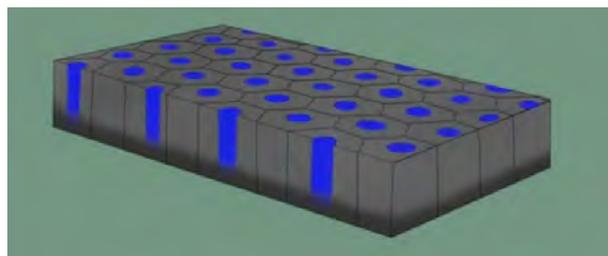
Diretor técnico da CPA desde 2000. Atua na área de desenvolvimento de novos produtos, processos e soluções técnicas para anodização e coloração do alumínio. Especialista nos processos de coloração, anodização, anodização dura (tipo III), corrosão de metais e sistemas para recuperação de ácidos e metais em banhos galvânicos de níquel e cromo.



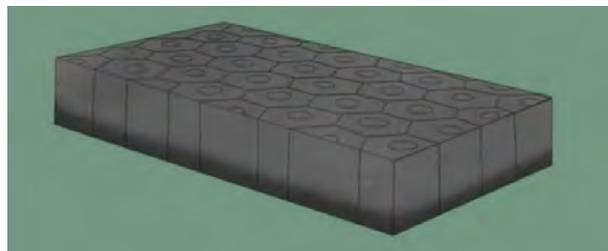
A escolha do tipo de selagem é um dos fatores mais importantes no Processo de Anodização e uma das maiores dúvidas dos anodizadores.

Para compreender o mecanismo de selagem, tentamos visualizar a estrutura de uma camada de óxido de alumínio anodizado ao imaginar uma pilha de canudos juntos ou uma colmeia de abelha, posicionados em pé, na superfície do alumínio. Tendo essa imagem em mente é fácil ver que, para proteger o alumínio, os canudos ocios têm de ser selados – fechados; pois, de outra forma, elementos corrosivos simplesmente atacariam a base do alumínio.

Não só o alumínio não selado corrói rapidamente, mas também manchará de forma rápida, criando, inicialmente, pontos brancos de oxidação.



Alumínio Anodizado



Alumínio Anodizado Selado



Se você colore com corantes orgânicos, aconselha-se a usar uma selagem contendo níquel • crédito foto CPA

MÉTODOS E TIPOS

Basicamente, existem dois métodos de selagem. O primeiro faz com que os poros inchem e se fechem. Para fazer isso as peças são simplesmente mergulhadas em água quente. Água quente com o pH correto irá hidratar o óxido de alumínio e fazer com que os poros se fechem. Esse método é chamado hidratação.

Já o segundo método usa precipitação química para fechar os poros. Um exemplo é quando um sal metálico, normalmente acetato de níquel, é adicionado ao banho de selagem. O hidróxido de níquel precipita dentro do poro para tampá-lo.

No mercado existem diversos tipos de selagem tais como:

- ✓ Selagem com água quente;
- ✓ Selagem com água quente + sais de níquel;
- ✓ Selagem a média temperatura com aditivos, isenta de níquel;
- ✓ Selagem a média temperatura com metais (Mg) + aditivos;
- ✓ Selagem a média temperatura com sais de níquel;
- ✓ Selagem a temperatura ambiente à base de flúor e níquel;
- ✓ Selagem a temperatura ambiente à base de sulfato de níquel + cobalto;
- ✓ Selagem a temperatura ambiente à base de flúor de acetato de níquel.
- ✓ Etc.

COMO ESCOLHER?

A escolha da melhor selagem pode ser uma decisão amedrontadora. Há tantos produtos químicos para se escolher... Cada um tem seus pontos positivos e negativos e, às vezes, isso pode ser confuso. Ademais, muitas vezes, é preciso atender as especificações de resistência às quais as peças serão submetidas.

A primeira questão é perguntar a si mesmo: você colore com corantes orgânicos? Se fizer isso, aconselha-se, então, a usar uma selagem contendo níquel. Sem esse elemento, você descobrirá que o corante tende a desprender-se (sangrar) de seu revestimento durante a selagem.

Há três tipos mais comuns de selagens de níquel:

- ➔ A primeira é de acetato de níquel quente, acima de 90 °C;
- ➔ A segunda é de acetato de níquel em temperatura média, por volta de 60 a 80 °C;
- ➔ A terceira é de fluoreto de níquel em temperatura de 27 a 33 °C;

Existem outros métodos com sulfato de níquel, sais de magnésio, entre outros, mas são utilizados em menor quantidade.

Problemas associados com selagens de **acetato de níquel quente** são *smut* (pó branco), pequeno tempo de vida do banho, tempo de selagem longos, e altos custos de energia. Às vezes, uma selagem de acetato de níquel quente será usada a temperaturas mais baixas,

como uma pré-selagem. Se forem usadas dessa maneira, elas devem ser seguidas de um tratamento onde a selagem real acontecerá. Nesse processo, a adição de Anodal SH-1 auxilia no processo de selagem, assim como previne e remove a formação do *smut*.

Selagens à média temperatura controlam melhor o *smut* e têm vida útil maior que os produtos de alta temperatura, mas tendem a fazer espuma quando agitadas com ar. Essa espuma é causada por substâncias que compõem a formulação do produto. Essa variedade de selagem é amplamente usada na indústria. O tempo de processamento é de, geralmente, dez minutos. O banho dura um longo tempo e a temperatura é controlável. O maior problema é, realmente, a espuma.

Selagens a base de flúor/níquel têm uma qualidade superior aos demais métodos, mas os controles devem ser mais precisos, principalmente, a qualidade da água e a concentração da selagem, do pH e do flúor – que pode ser medido através de um fluorímetro ou por colorimetria. A temperatura ambiente baixa, entre 27 e 33 °C, normalmente, aliada a um baixo tempo de selagem, cerca de 10 minutos, são um atrativo para este tipo de selagem.

Processos com dupla selagem (precipitação + hidratação) têm sido uma boa opção caso tenham que ter características excepcionais de solidez, à corrosão, luz ou intempéries, além de evitar problemas com manchas e marcas de digital. Esse método também é utilizado para peças que serão submetidas a processos de esterilização em autoclave – nesse caso, um produto como o Anodal SH-1 ou o Lumini SI deve ser incorporado na segunda fase.



O mercado já disponibiliza novas selagens sem níquel com boa qualidade
crédito foto *Minimademalis*

DICAS E CONCLUSÃO

Devido às crises econômicas mundiais o valor do níquel está em um patamar muito elevado, aliado a custos de tratamento de efluentes surgiu a necessidade dos desenvolvimentos de novas selagens isentas do metal, assim, novos produtos já são encontrados no mercado e podem ser uma alternativa para empresas que tenham essa necessidade, principalmente se não são utilizados corantes orgânicos.

A qualidade da água de montagem, assim como as condições de pH e de temperatura devem ser respeitadas para garantir qualidade e repetibilidade no processo.

A utilização de água deionizada aumenta a vida útil do banho e garante uma selagem superior, se comparada com águas de baixa qualidade. Fosfatos, silicatos e sulfatos são contaminantes que podem comprometer muito a qualidade das selagens. As águas das lavagens também têm importância fundamental, tanto na qualidade como na vida útil das selagens, pois visam controlar o arraste de contaminantes para o banho.

O *smut* pode ser uma dor de cabeça. Ele pode ter origem na própria anodização, camada mole ou queima, ou na falta de neutralização antes de anodização. O desbalanceamento dos compostos também é um fator, adição de um aditivo, como o Lumini NS-1, ou um corte, pode ser necessário.

Sistemas de filtragem com carvão ativo podem ser adicionados em alguns tipos de selagens, principalmente em selagens à base de flúor/níquel, isto aumenta a durabilidade do banho.

Peças que são anodizadas pelo Tipo III (anodização dura), normalmente, não são seladas. Algumas normas podem exigir selagens com PTFE (teflon) ou selagens que contenham níquel, em caso de peças coloridas. ▲



Cores e Acabamentos

QUE VALORIZAM SEUS PRODUTOS

A CPA aplica sua experiência de mais de 30 anos, no apoio e desenvolvimento de soluções e produtos a disposição de seus clientes. Oferece uma gama completa de corantes para alumínio e suas ligas, dentre as opções temos as linhas **SANODURE**, **SANODAL E SANODYE**, cada uma delas com suas especificações.



+55 11 97515.1674

+55 11 4055.2631

cpacorantes.com.br

“Contar a história de José Carlos D’Amaro é também revelar a trajetória e conquistas de grandes empresas do setor”



O executivo atuou nas principais empresas de galvanoplastia e TS no Brasil, como **Deca**, **Orwec**, **Enthone** e **Alpha Galvano**, presenciando as diferentes mudanças do segmento, seja em tecnologia, cenário mercado, economia, produtos e/ou processos

Por Ana Carolina Coutinho

José Carlos D’Amaro iniciou no setor, trabalhando na área galvânica, em 1966, na Deca, onde teve um começo já repletos de novos aprendizados. *“Foi um importante início de aprendizado, controlando os banhos da galvânica (banhos de cobre alcalino, níquel e cromo), além de análises de ligas especiais de bronze, como auxiliar da engenharia de materiais; onde peguei o gosto pela profissão, me motivando a entrar na faculdade de Engenharia Química. Em 1970, a Deca manifestou interesse na instalação de uma linha de cromação de ABS e, como esse era um assunto muito recente naquela época, fui colocado como responsável pela instalação de uma linha piloto que ficou operando durante algum tempo”*, diz. A linha piloto não virou produção por decisão da diretoria, conta, *“porém, serviu de aprendizado, uma vez que, por ser uma linha piloto, muitos testes foram feitos, sendo eu o maior beneficiado”*.

No ano seguinte, D’Amaro passou a trabalhar para a Orwec, onde atuou por 38 anos. Lá também começou com um grande desafio, na assistência técnica. *“Fui colocado direto junto com meu querido amigo Luiz Varela para assistir as linhas galvânicas da Walita, uma máquina automática integrada cromando materiais diferentes, com linhas de preparação para alumínio, Zamac, ABS, ferro e latão, preparadas em linhas diferentes e que, posteriormente, seguiam na mesma máquina para cobre, níquel e cromo, com a gerência daquele que foi – não só meu professor, mas de grande parte dos técnicos de nossa geração – Malvino Bassoto, que, além da enorme capacidade profissional, era uma pessoa extremamente generosa e amável”*.

Ele conta que rapidamente a Orwec se destacou no mercado. *“Tendo sido a pioneira na introdução de inúmeros novos processos no mercado – como exemplo, cromação de ABS da forma como se produz até hoje e introdução de níquel químico; entre muitos outros. Além de*



À direita, Malvino (Bassoto) professor e gerente da Orwec à época e, posteriormente, sócio

que, sob a batuta do Malvino e do Sr. Moses Manfred Kostmann, formamos uma grande equipe técnico-comercial que tinha como prioridade o atendimento rápido e eficiente a todos os clientes, com o objetivo de encantar e criar, no mercado, a imagem da melhor assistência técnica – objetivo que foi atingido, pois a Orwec, que era antes uma empresa quase desconhecida, se colocou entre as melhores do mercado em pouco tempo”.

O executivo enfatiza a sinergia entre a Owerc e a Enthone, que desenvolvia os novos negócios da empresa, permitindo um ambiente de fonte constante de novos conhecimentos. *“Creio que as duas décadas de maior desenvolvimento em nosso setor foram exatamente as de 1970 e 1980. A relação Orwec e Enthone era muito estreita devido à paixão que o Dr. Juan Haydu, Vice-presidente de tecnologia da Enthone, tinha com o Brasil – de uma a duas vezes por ano estava presente, sempre trazendo novas informações e nos mantendo atualizados com as diversas linhas de processo”*, destaca D’Amaro. Nesse ínterim, ele também atuou na área comercial da Owerc: *“Atender novos*

clientes com visão de vendas, e não apenas técnica, me deu a oportunidade de conhecer e contatar muitas empresas e ganhar experiência comercial dentro de nosso segmento”.

A década de 1980 foi profícua para o profissional, quando, em 1983, ele passa a gerenciar a área de circuitos e começa a expandir seus conhecimentos também fisicamente, indo à matriz americana e a unidades da empresa na Europa. Nesse ponto da história, uma grande inovação acontece: a invenção do cartão telefônico. *“Como tínhamos uma linha de circuito impresso instalada no CPqD da TELEBRÁS em Campinas, e o telefone foi desenvolvido pelo Sr. Nelson Guilherme Bardini dentro do CPqD, já tinha o telefone desenvolvido, mas necessitava desenvolver o cartão telefônico. Como eu já tinha a experiência da área de ABS, pedi a ele que solicitasse folhas de ABS à Nitriflex, que, após metalizarmos, foi gerado um circuito impresso em estanho sobre a folha. Esse cartão foi testado e funcionou, nascendo, assim, o primeiro cartão telefônico”*, revela. E dá detalhes: *“Foi montada uma pequena linha, de 20 litros de banho, onde, por muito tempo, foram processadas folhas para teste-piloto dos telefones, até culminar com a montagem da primeira linha de cartão telefônico dentro da Casa da Moeda do Brasil, para a produção de 1.500.000 de cartões por mês”*.

Entretanto, o que veio a seguir... D’Amaro revela: *“Em pouco tempo, a linha, se tornou obsoleta e pouco produtiva, devido ao aumento de consumo que chegou a atingir 100 milhões/mês”*.

Ele detalha que, com a implantação do Plano Collor, a área de circuito impresso reduziu 80% e que toda a indústria foi afetada pelas medidas do novo governo,



EBRATS 1994 – à direita Manfred Kostmann, seu sócio na Orwec



EBRATS 2022
Palestra



Uma de muitas das palestras ministradas por D'Amaro; aqui, na ABTS. À esq., Roberto Motta de Sillos

“forçando a todos a reverem seus conceitos e a conquistarem novas tecnologias e maneiras diferentes de fazer as coisas. Aqueles que se adaptaram, após algum sofrimento, recuperaram o crescimento, porém, muitos não se adaptaram e não resistiram”.

Por volta desse período, outro desafio surge para D'Amaro, que assume a gerência comercial da Orwec, unificando circuito impresso e galvânica. “Foi outro recomeço, pois tive que aprender não apenas o tratamento de superfície, mas o primeiro contato em gerenciar pessoas”. Ocorre que aquelas pessoas com as quais tanto aprendeu tornam-se mais que amigos: *“Em 1995, o Sr. Malvino Bassoto, o Sr. Moses Manfred Kostmann e eu nos tornamos sócios da Orwec”*, diz. E acrescenta: *“Passo, então, à função de Diretor-técnico, permanecendo até a compra do business da Orwec pela Enthone, que passou a atuar diretamente, como Enthone Brasil, gerenciada pela KBD'A, empresa formada por Kostmann, Bassoto e D'Amaro”.*



Semana de Engenharia Faap

O executivo conta que, nos anos 2000, a própria Enthone pediu-lhe para que se desligasse da Orwec, “que continuava produzindo os produtos, como prestadora de serviço, para a Enthone Brasil”, e também da KBD'A”, passando a ser funcionário da Enthone Brasil com a função de Diretor-técnico-comercial. Após o retorno ao México, do Sr. Raymundo Gonzales, enviado pela matriz para assumir a direção da companhia no país, D'Amaro passa a comandar a Enthone Brasil, “que, em janeiro de 2002, passou a chamar Cookson do Brasil em sua nova planta em São Bernardo do Campo (SP), onde compartilhava toda a estrutura com outra empresa do mesmo grupo: a Alpha Metals Brasil, fornecedora de produtos de solda de estanho para o mercado de eletrônica”, detalha.

D'Amaro relata que continuou na Cookson até 2010: *“(...) quando deixei a Enthone depois de 38 anos, incluindo o tempo de Orwec, Enthone e Cookson, e fui trabalhar com nosso querido amigo Sergio Fausto Pereira, na Tecnorevest, onde conseguimos elevar o faturamento em 61%, no período de janeiro de 2010 até junho de 2011, ocasião em que a Tecnorevest foi comprada pela MacDermid”.*

Em outubro de 2014, D'Amaro passa à Alpha Galvano, “onde tenho a felicidade de permanecer até hoje”. Ele detalha as mudanças dentro da companhia nesses oito anos: *“A Alpha Galvano vem passando por um processo de transformação, passando de uma empresa focada em fornecimento de matérias-primas e metais para uma indústria química, incluindo uma completa renovação em toda a linha de processos, para tratamento de superfície, com um crescimento de 500% na área de processos, entre 2015 até hoje. Isso se deve a essa mudança de conceitos, ao empenho de uma equipe focada em resultado e à visão clara da diretoria, de cada vez mais incentivar o fornecimento de produtos produzidos pela Alpha Galvano”*, enfatiza.

São mais de 50 anos de atuação na indústria galvânica e de tratamento de superfície e D'Amaro declara o que aprendeu nessas mais de cinco décadas: *“O grande aprendizado que enxergo é o de que, muitas vezes, as principais razões de custo nem sempre são adequadamente consideradas pelas indústrias, principalmente nos prestadores de serviço, que estão sempre atentos a preço e custo de produtos, mas nem sempre dão a mesma atenção à produtividade, ao retrabalho e à rejeição, que, de fato, são os principais responsáveis pelo sucesso ou insucesso de uma empresa”*, finaliza.



Da esquerda para a direita, Presidente, Vice-presidente da Enthone, e Raymundo Gonzales, diretor no Brasil em 2000

D'AMARO FALA SOBRE MERCADO E INOVAÇÃO

O Sr. foi pioneiro em diferentes processos na indústria, crê que ainda é possível inovar, em quais áreas?

A principal área de inovação acredito ser na de substituição dos processos de fosfato para pintura pelos processos de nano tecnologia. Na área de processos para proteção contra a corrosão é a solidificação cada vez maior do uso de zinco-níquel, com a possibilidade de parcial mudança do processo alcalino para o processo ácido.

Como enxerga a atualidade do setor de Tratamento de Superfície no Brasil, de maneira geral?

Tivemos algumas décadas, entre 1970 e 2000, de muito desenvolvimento em nosso setor. Atualmente, as mudanças de processos têm sido cada vez mais raras. Houve, durante as duas últimas décadas, uma redução no tamanho do mercado, com substituições de processos galvânicos por outros tipos de materiais, agora estamos passando por uma fase de estabilização do segmento e acreditamos que continuará desta forma, isso não traz apenas efeitos negativos. Com o mercado mais estável, ele vai se tornando cada vez mais controlado, diminuindo as concorrências predatórias que não conseguem se manter, basta ver o número de pequenas cromações de ABS que encerraram atividades nos últimos anos. Com um mercado melhor controlado, as empresas que se preocupam realmente em operar de maneira eficiente e lucrativa estão conseguindo cada vez mais espaço.

Em sua opinião, qual o grande desafio atual do setor?

Dentro do setor, o que considero o grande desafio para os fornecedores está no atendimento de maneira completa. Atendimento do setor interno de vendas, dos vendedores, da assistência técnica... desde o momento em que você conquista o cliente, mas também no pós-vendas. Atualmente, as diferenças entre processos das boas empresas são muito sutis, realçando que a diferença é o atendimento e o serviço. Acredito que isso tem sido a principal ferramenta de nosso crescimento.

Quais foram as grandes revoluções na área vivenciadas por você? Qual sua contribuição nesse sentido?

No início da minha carreira na Orwec, os processos de zinco operavam com concentrações de 80 a 90 g/l de cianeto de sódio livre na solução, a primeira revolução foi na redução da concentração de cianeto no banho até operar com banhos em concentrações de 10 g/L, posteriormente, o processo de cianeto, trabalho feito pela equipe da Orwec, sob a batuta do Malvino, tudo com a orientação do Dr. Juan Haydu, que era o responsável da Enthone pelo desenvolvimento. Introdução do níquel químico também foi um grande trabalho dessa mesma equipe que tenho o orgulho de ter feito parte. A idealização do cartão telefônico do telefone indutivo inventado pelo Sr. Nelson Guilherme Bardini dentro do CpQD, da Telebras. A introdução dos primeiros processos de zinco-liga – inicialmente com zinco/ferro e zinco/ferro/cobalto. A instalação, na Fosfazin (empresa que hoje não existe mais), da primeira linha de zinco-níquel (processo da Dipsol, com 6 a 8 % de níquel na liga, instalado pela Orwec), para a produção de tubos do Fiesta (Ford). O segundo banho de zinco-níquel (já com processo da Enthone), instalado na Cation, para a produção de peças



Jantar com Dr. Juan Haydu, responsável da Enthone pelo desenvolvimento de negócios da Orwec

do sistema de freios da Bosch. Dentro do nosso segmento, em seguida, a grande revolução foi a eliminação do cianeto e do cromo hexavalente na zincagem de peças automotivas e eletroeletrônicas, onde todas as equipes técnicas de nossa geração estiveram envolvidas com desenvolvimento de passivadores trivalentes e sistemas de selagem e top coats.

Com tantas – e rápidas – transformação, o que é possível prever para a indústria de um modo geral? Como vê o futuro da indústria? Qual será a próxima grande revolução, em sua opinião?

Já há muito tempo, muitas empresas vêm buscando uma solução para a eliminação do cromo no sistema de condicionamento de peças plásticas, em algum momento este processo deve se firmar no mercado. A substituição dos processos de fosfatização para a pintura por processos 'nano deve também se concretizar.

Qual a principal dica você pode dar para o executivo industrial no Brasil?

De uma maneira muito sucinta, durante muitos anos tenho visto empresas focadas em estratégias diferentes: umas focadas em vender barato, ou seja, focadas no preço. Outras, focadas no atendimento de maneira completa, desenvolvimento de cliente, cumprindo prazos e qualidade esperada, dando respostas rápidas as necessidades do cliente e cobrando o preço justo. Via de regra, aquelas que optaram por vender com preço baixo, achando que com isto conquistaria mais mercado, sucumbiram. Enquanto aquelas que, ao contrário, se dedicaram em atender bem e correto, cobrando o preço que lhe trouxesse retorno foram aquelas que cresceram.

VIDA PESSOAL

Pode contar um pouco onde vive e o que gosta de fazer nas horas livres?

Meu final de semana é sempre em Jaguariúna (SP), mantendo até hoje, apesar dos meus 73 anos, todo sábado pela manhã, o futebol com meus amigos do Sênior Jaguari Futebol Club e tentar, uma vez por ano, fazer uma viagem com a esposa, coisa nem sempre possível. Adoro chegar em casa e sentar ao lado dela (minha eterna namorada) no sofá, não importa o que iremos assistir.

Enquanto profissional, quais foram/são as referências que utiliza (algum pensamento e/ou pessoa)? Como aplica na sua atividade?

Certamente, as pessoas de maior influência na minha vida profissional foram o Sr. Moses Manfred Kostamann (como administrativo); Malvino Bassoto, que meu deu toda a base técnica para formar o alicerce de minha carreira; e o Sr. Juan Haydu (Diretor-técnico e Vice-presidente de tecnologia da Enthone, com todo o conhecimento que nos transferiu durante muitos anos).

E na vida, o que te inspira; por quê?

O que me inspira é a minha família, da qual recebo um suporte impressionante, principalmente daquela que é, e sempre foi, meu alicerce, minha esposa, Geni Terezinha Sisti D'Amaro; sem ela, certamente, eu não teria condição de me dedicar à minha profissão, com o compromisso de ter sempre as coisas atualizadas, o que nos força a estar sempre estudando as possibilidades.

Quais são os seus objetivos atuais?

O objetivo principal profissional é a consolidação da Alpha Galvano como fornecedora de processos para tratamento de superfície e conseguir manter a linha de crescimento sempre ativa, junto com nossa equipe técnico comercial, que tem mostrado, cada vez mais, o comprometimento com o senso de equipe. 🚀



D'Amaro e a família, filhos, noras, genros e netas



PROFISSIONAIS COMO JOSÉ CARLOS D'AMARO TRANSFORMAM A ALPHA

A Alpha Galvano tem orgulho de ter em seu quadro um profissional que, há mais de meio século, é testemunha da evolução do mercado de galvanoplastia e tratamentos superficiais.

José Carlos D'Amaro, Diretor de Processos Químicos da Alpha Galvano desde 2014, entre outros desafios na sua carreira, participou do pionerismo da cromação de ABS, circuito impresso e do cartão telefônico.

Sempre atuante no controle de qualidade, assistência técnica e prestação de serviços ao cliente até o pós-venda. Entregando resultados consistentes para a satisfação e segurança do cliente em ser parceiro da Alpha Galvano.

Parabéns José Carlos D'Amaro!
Você é um exemplo para esta e as futuras gerações com uma carreira focada na qualidade e desenvolvimento das soluções em processos para tratamentos superficiais.



REFERÊNCIA EM BONS NEGÓCIOS COMPLETANDO QUATRO DÉCADAS



A tradição da Alpha Galvano em produtos químicos e processos galvânicos é reforçada a cada dia. São 9.000m² numa moderna e completa unidade fabril, constante atualização tecnológica, frota própria, suporte técnico, estoques reguladores permanentes, produção química própria, laboratórios, diversificação das áreas de atuação e certificação pela norma ISO 9001:2015. Tudo isso aliado à qualidade reconhecida pelo mercado desde 1984, tornam a Alpha Galvano competitiva na conquista de novos clientes e na manutenção de longas parcerias.



“A inovação e a criatividade são infinitas”

A Prodec comemora 73 anos e promete novidades para 2023. Conheça a sua história, pautada por produtos inovadores que revolucionaram o mercado decorativo e da construção civil



Em 1949, Jacques Caradec fundou a Prodec, empresa familiar especializada em acabamento para alumínio. Em 1979, patenteou uma inovação que revolucionou o mercado decorativo da construção civil e de anodização de alumínio no Brasil: a coloração eletrolítica do alumínio anodizado. A inovação tornou-se, então, a “alma da empresa”, nas palavras de seu filho, Thierry Caradec. Vieram também a anodização por interferência – técnica eletrolítica que modifica a estrutura da camada anódica, resultando na obtenção de grande opção de cores – e os efeitos amadeirados, pela sublimação e pela técnica da tinta sobre tinta. Quem nos fala sobre esses processos, desafios, estrutura e futuro da Prodec é o próprio Thierry Caradec, hoje no comando da empresa como diretor executivo. Acompanhe.

por Ana Carolina Coutinho

Você atua na empresa há bastante tempo, pode-nos contar um pouco sobre sua trajetória profissional e formação acadêmica?

Tenho formação superior em Economia pela FAAP, trabalhei por 2 anos como auditor na Price (PwC - PricewaterhouseCoopers), nos anos de 1980, e após isso iniciei meu trabalho na Prodec.

No sentido da pergunta anterior, qual foi a mudança mais significativa (seja na empresa, seja no mercado) que você vivenciou?

A mudança mais significativa na Prodec ocorreu quando meu pai, Jacques Caradec, optou, nos anos de 1970, por implantar o processo de anodização colorida – sistema Prodecolor, dando assim uma nova perspectiva para a construção civil e o mercado de esquadrias.



A Prodec foi fundada, por Jacques Caradec, como empresa especializada em acabamento para alumínio



Um dos processos de anodização na fábrica da Prodec

Qual foi o principal legado da diretoria original?

O principal legado da diretoria original foi sempre sermos uma organização idônea e focada na qualidade de nossos serviços.

Qual a atual estrutura da empresa?

Total de 195 funcionários, sendo 110 diretos e 85 indiretos. Nossa fábrica tem a área de 28.000 m², com capacidade para produzir 500 toneladas por mês.

São 73 anos de atuação; quais as palavras-chaves, em sua opinião, traduzem tamanha permanência de mercado?

Idoneidade, qualidade e inovação.

Além dos 73 anos recém-comemorados, quais são os outros destaques da Prodec?

Teremos muitas novidades em 2023.

Qual é o carro-chefe da Prodec e por que, em sua opinião, esse produto está em primeiro plano para o mercado?

Atualmente, os carros-chefes da empresa são os produtos Amadeirados, além dos acabamentos em Inox e Interferência. Esses produtos estão em primeiro plano para o mercado, pois permitem expressar a criatividade e beleza em diversos projetos.

Como você enxerga o mercado de anodização de alumínio no Brasil? E no exterior?

O mercado de anodização, no Brasil e exterior, está cada vez mais restrito à inovação com alto grau de complexidade técnica, com a inovação contínua sendo a chave para o sucesso.

Qual o grande desafio atual da Prodec? E do mercado, em geral?

O principal desafio para as empresas no Brasil é competir no mercado com idoneidade, inovação e respeito junto aos outros *players*, para fortalecer o segmento.

Vocês são pioneiros em alguns acabamentos, como o efeito madeira, por exemplo; como se desenvolve a inovação dentro da Prodec?

A busca pela inovação faz parte da alma da Prodec, é nosso foco desde sempre.

Ainda é possível inovar no setor?

A inovação e a criatividade são infinitas.

Para onde a Prodec está se dirigindo?

Nosso rumo sempre foi e continua sendo a inovação dentro do nosso negócio. Teremos boas novidades em 2023! 🚀



“Os carros-chefes da empresa são os produtos Amadeirados, além dos acabamentos em Inox e Interferência”



ANODIZAÇÃO DE ALUMÍNIO: uma breve revisão

Os custos e as consequências causadas pela corrosão de ligas metálicas são de grande importância e justificam o aprimoramento de métodos de proteção como a anodização. A anodização crômica ainda é o processo mais eficiente para aumentar a camada passiva formada naturalmente nos metais não ferrosos e, conseqüentemente, proporcionar o aumento de sua resistência à corrosão, porém, torna-se premente a busca pela substituição da anodização crômica por substâncias menos danosas ao homem e ao meio ambiente. Apresentamos, aqui, as pesquisas mais recentes nesse sentido.



BARBARA LOIS MATHIAS DE SOUZA

Engenheira de Materiais pela FEG/UNESP, Mestre em Engenharia Mecânica pela FEG/UNESP, e Doutoranda na Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Departamento de Engenharia de Materiais.

barbara.lois@usp.br

<https://orcid.org/0000-0002-2364-9502>



ELAINE BASSANELLI

Graduanda em Engenharia Química, Analista de Galvanoplastia na Liebherr Aerospace Brasil.

elaine.bassanelli@liebherr.com

<https://orcid.org/0000-0002-5301-724X>



CÉLIA REGINA TOMACHUK

Química Industrial, Mestre e Doutora na Área de Materiais, Professora Doutora na Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de Lorena, Departamento de Ciências Básicas e Ambientais.

celiatomachuk@usp.br

<https://orcid.org/0000-0002-3771-5945>

RESUMO

O processo de anodização é de grande importância para as ligas de alumínio de uso aeronáutico, tanto como meio de proteção contra a corrosão, como para preparo da superfície e posterior aplicação de pintura. No entanto, utilizam eletrólitos contendo íons de cromo hexavalente que, apesar de eficientes, devem ser banidos do uso industrial devido às suas características poluentes e carcinogênicas. Até o momento, nenhum processo encontra-se disponível de forma a substituir completamente o processo de anodização crômica no que diz respeito à resistência à corrosão, além de não propiciarem aderência semelhante para os revestimentos aplicados. A proposta desta breve revisão é apresentar os parâmetros que vêm sendo empregados no processo de anodização à base de ácido sulfúrico-tartárico (do inglês, TSA) e selagem com eletrólitos contendo sais de cério, para melhorar a resistência à corrosão do alumínio e conferir propriedades de autorregeneração ao filme de óxido obtido.

ABSTRACT

The anodizing process is important for aeronautical aluminum alloys, both as a means of protection against corrosion, as well as for surface preparation and subsequent painting application. However, Cr6+-based electrolytes, although efficient, must be banned from industrial use due to their polluting and carcinogenic characteristics. To date, no process is available that completely replaces the chromic anodizing process in terms of corrosion resistance, in addition to not providing similar adhesion for the applied coatings. The purpose of this brief review is to show the parameters already used in the process of anodizing based on tartaric-sulfuric acid (TSA) and sealing in electrolytes containing cerium salts, to improve the corrosion resistance of aluminum and confer self-healing properties to the oxide film obtained. 🚩

INTRODUÇÃO

Entre as áreas de aplicação do alumínio podemos citar a indústria aeronáutica. Entretanto, devido à baixa resistência mecânica do alumínio de alta pureza, são utilizadas ligas do metal. O tipo de elemento de liga adicionado ao alumínio depende, fundamentalmente, da aplicação. Para o caso particular da aeronáutica são utilizadas diversas ligas com composições complexas, onde os principais elementos são o Zn zinco), Mg (magnésio) e o Cu (cobre). Essas ligas, que constituem as séries 2XXX e 7XXX, apresentam uma excelente relação entre resistência mecânica *versus* peso, o que permite maior economia de carga, menor consumo de combustível e menor desgaste. As mais utilizadas são a Al2024-T3 e a Al7075-T6 [1].

Enfatiza-se que, na indústria aeronáutica, os requisitos de segurança a serem atendidos por um determinado material são extremos, sendo inadmissível a ocorrência de falhas, principalmente devido a possibilidade de grandes perdas humanas envolvidas em potenciais acidentes.

Quando em uso, as aeronaves são submetidas a grandes mudanças climáticas em intervalos de tempo

relativamente curtos, como exemplos típicos podemos citar: choques térmicos devido às diferenças entre as temperaturas no solo e em altitudes de cruzeiro, que podem ocorrer em poucos segundos; a variação do tipo de atmosfera entre o ponto de decolagem e de aterrissagem; incidência de raios ultravioleta; ademais, somam-se as tensões típicas a que são submetidos equipamentos de grande porte e com elevada resistência mecânica. Isto tudo induz a ciclos de expansão e contração tanto do substrato metálico como do próprio revestimento, além do acúmulo de contaminantes de natureza diversa. Essas variações, nas condições de exposição, diferem das aplicações convencionais de revestimentos, onde os equipamentos a serem protegidos são expostos a um mesmo tipo de atmosfera durante toda a sua vida útil.

As ligas de Al de alta resistência mecânica, utilizadas na indústria aeroespacial, possuem uma microestrutura complexa devido aos tratamentos termomecânicos aos quais são submetidas, apresentando intermetálicos, dispersóides e partículas endurecedoras [1]. A presença dessas partículas gera alterações na composição da liga de forma localizada e pode causar diferença de potencial

entre as regiões anódicas e catódicas, levando à corrosão galvânica [2-4].

Uma das ligas de alumínio comumente usadas para aplicações estruturais é a liga Al7075, devido às suas propriedades, como baixa densidade, alta resistência, ductilidade, tenacidade e resistência à fadiga [5-7]; sendo amplamente utilizada em peças estruturais de aeronaves e outras aplicações de alta tensão [6, 8-9]. Isadore e colaboradores [6] analisaram o efeito do tratamento térmico nas propriedades mecânicas da liga Al7075 e relataram que os elementos de liga levam ao aumento da resistência como resultado do tratamento térmico de envelhecimento. Madakson e colaboradores [10] estudaram o efeito da anodização no comportamento corrosivo, nessa mesma liga, e concluíram que houve redução da taxa de corrosão.

A anodização consiste em espessar anodicamente a camada de óxido de Al [11-12]. Está bem estabelecido que os parâmetros operacionais de anodização – como: tipo de eletrólito, tensão, densidade de corrente anódica, temperatura, tempo de anodização e agitação – afetam significativamente o revestimento anodizado [13-21].

Sendo assim, em um eletrólito ácido dedicado obtêm-se um óxido com estrutura duplex, composto por uma camada espessa com poros de tamanho nanométrico, e uma camada barreira fina [13]. A camada barreira, de cerca de (1 a 3) μm de espessura, proporciona um aumento considerável na resistência à corrosão, pois bloqueia a entrada de umidade e sais, evitando, assim, o contato direto com o substrato de alumínio, enquanto a estrutura da camada porosa atua como uma excelente base para a adesão de *primers* e revestimentos orgânicos [13]. No entanto, essa estrutura microporosa do revestimento anodizado precisa ser devidamente selada para uma boa proteção contra a corrosão [22-26]. Compostos contendo íons de cromo hexavalente, como dicromato ou ácido crômico, são utilizados devido às suas propriedades inibidoras de corrosão [14]. A camada de óxido de alumínio anodizado também fornece proteção contra desgaste para o metal base [17, 27-29].

A anodização com ácido crômico (CAA) é utilizada na indústria do alumínio em geral e no campo aeroespacial, em particular, devido às boas propriedades anticorrosivas das camadas anódicas obtidas e, também, por ser um processo robusto [30-33]. Ressalta-se que, na indústria aeroespacial, vem sendo utilizada há mais de seis décadas, principalmente, em componentes estruturais [34-36]. Essa preferência justifica-se pela propriedade autorregenerativa proporcionada pelos com-

postos de Cr^{6+} , que conferem uma excelente resistência à corrosão, pelo impacto relativamente baixo na resistência à fadiga das peças e porque a camada produzida oferece uma excelente base para aplicação de pintura [35], como já mencionado. No entanto, o íon cromo hexavalente tem a desvantagem de ser altamente tóxico e poluente ao meio ambiente e, além disso, oferece riscos ao ser humano por ser um agente cancerígeno [30-33]. Por esses motivos, em um futuro próximo, os tratamentos contendo Cr^{6+} deverão ser abolidos da indústria. A eliminação do íon cromo hexavalente deve ocorrer para substituir o processo CAA e na tecnologia de selagem [37-38]. O íon Cr no estado elementar e o Cr^{3+} , no entanto, não têm esse mesmo impacto no organismo humano e no meio ambiente.

Diante desse contexto, este artigo visa mostrar o andamento das pesquisas sobre camada de anodização obtida em eletrólito contendo ácido sulfúrico-tartárico (TSA) e selagem com íons cério, alternativas consideradas promissoras ao Cr^{6+} .

ESTADO DA ARTE

Anodização com ácido sulfúrico-tartárico

As principais alternativas à anodização com ácido crômico (CAA) baseiam-se em soluções de outros ácidos ou misturas destes [39-42].

A anodização em ácido sulfúrico-tartárico (TSA) tem-se mostrado um dos métodos promissores e ocorre quando uma camada aderente de óxido de alumínio é desenvolvida na superfície, pela aplicação de potenciais anódicos [43].

CAA selada com cromatos pode durar até mais de 1000 h em ensaio acelerado em câmara de névoa salina, atendendo ao requisito de número de pites por área [44]. Enquanto isso, TSA selado com soluções livres de íons Cr permanece menos de 500h [45-46], o que inviabiliza o seu uso em condições de trabalho severo, como em helicópteros ou aeronaves militares.

As linhas de pesquisa neste tópico podem ser agrupadas em duas abordagens: a primeira foca na anodização propriamente dita, estudando como modificar o eletrólito ou o mecanismo envolvido no crescimento da camada de alumina como via para otimizar as variáveis experimentais [47-51]. Já a segunda, é o desenvolvimento de um novo pós-tratamento de selagem para superar os resultados das tecnologias livres de íons cromo [52-57].

Recentemente, um processo de oxidação anódica, usando eletrólito contendo ácido sulfúrico-tartárico

(TSA), foi desenvolvido e chamou muita atenção devido à sua eficácia. Comparado ao CAA, o eletrólito TSA é livre de Cr^{6+} e faz uso mais eficiente de energia e de água com muito menos geração de efluentes e emissões de gases. Além disso, a operação da TSA é mais simples e econômica em comparação com a CAA [58]. Estudos também mostraram que o ácido tartárico, como aditivo orgânico, pode não só reduzir a concentração de ácido sulfúrico, mas também melhorar a qualidade do filme anodizado. Além disso, o ácido tartárico residual, que permanece na camada porosa resultante, pode efetivamente reduzir a taxa de corrosão do filme anodizado sendo colocado em um ambiente ácido [59].

A anodização sulfúrico-tartárico (TSA), além de ser considerada ecologicamente correta, segundo alguns autores, resulta em camadas anodizadas com resistência à corrosão comparável às produzidas em CAA [60]. Segundo alguns estudos [61-62], a adição de ácido tartárico ao banho de ácido sulfúrico, embora não afete significativamente o mecanismo de crescimento da camada porosa, reduz a densidade de corrente de anodização. Presumivelmente, isso deve levar à formação de camadas porosas com espessuras menores, o que deve afetar positivamente a resistência à fadiga da liga anodizada em relação ao material anodizado em eletrólito contendo somente ácido sulfúrico.

Assim, a TSA ainda tem margem de melhoria. Empresas, institutos de pesquisas e universidades estão investindo importantes recursos para desenvolver novas alternativas. Recentemente, a tese de doutorado (2022): “Estudo de novos inibidores de corrosão e monitorização do processo corrosivo em materiais aeronáuticos e aeroespaciais, recorrendo a técnicas de análise incluindo ensaios não destrutivos” [63], resultado de uma parceria entre a Força Aérea Portuguesa (FAP) e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), contando com a colaboração do Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ) e da Agência Espacial Europeia (ESA), deu um contributo importante para as indústrias aeronáutica e aeroespacial. Nesse estudo, ligas de alumínio foram tratadas com inibidores – obtidos de fontes sustentáveis – e comparadas com amostras anodizadas em um banho de anodização à base de ácido sulfúrico e ácido tartárico, que é utilizado pela AIRBUS (Europa) e EMBRAER (Brasil) [63]. Como resultado, foi possível identificar aditivos orgânicos com capacidade inibitória que, quando incorporados ao banho de anodização isento de Cr^{6+} , aumenta a resistência à corrosão, tornando o processo sustentável e viável.

Selagem

A proteção contra corrosão dos filmes de óxido anódico pode ser melhorada com o pós-tratamento da camada porosa anodizada, conhecida como selagem.

A selagem convencional é realizada com água quente, sal de níquel, silicato de sódio ou sal de dicromato [64-65]. Estudos recentes, de García-Rubio e colaboradores, com pós-tratamentos de camadas anódicas obtidas em eletrólitos de ácido sulfúrico-tartárico, mostraram que a selagem com dicromato pode fornecer proteção aprimorada devido às espécies inibidas de Cr^{6+} presentes nos poros [66].

Geralmente, as peças anodizadas são armazenadas antes do seu uso e da sua aplicação de acabamento [67]. Para proteger o material contra a corrosão durante esse período, é aplicada uma camada de *primer*, que também serve como elo entre o substrato anodizado e o revestimento orgânico aplicado na etapa de acabamento. Pós-tratamentos à base de íons Ce (cério) estão entre os substitutos mais promissores para ligas de Al [68].

Os trabalhos iniciais sobre a proteção contra corrosão de ligas de Al por inibidores de corrosão à base de Ce foram realizados por Hinton e colaboradores, em meados dos anos de 1980, na Divisão de Materiais dos Laboratórios de Pesquisas Aeronáuticas da Austrália [69-71]. No entanto, esses trabalhos relataram um tempo de imersão relativamente longo para formar uma camada de conversão espessa e protetora [72].

Selagem com sais de cério

Duas abordagens principais têm sido utilizadas para obter a proteção contra corrosão de ligas de Al por meio de compostos de íons Ce: sua aplicação direta sobre o substrato (camada de conversão), como sugerido por Hinton e colaboradores [73-74]; e a incorporação de espécies de Ce em sistemas de proteção mais complexos.

Hinton e Wilson [72], em seu trabalho sobre a produção de camadas de conversão à base de íons de Ce por meio de ensaio de perda de massa, demonstraram que o aumento da temperatura do banho não afetou significativamente as propriedades protetoras. Já Dabala e colaboradores [73] relataram resistência à corrosão superior da camada de conversão à base de íons de Ce quando a temperatura do banho de conversão foi aumentada para 50 °C. Embora particularidades, como composição da liga e do banho de conversão, possam ser relevantes para a determinação das condições otimizadas, vários trabalhos que investigaram o comportamento à corrosão dessas camadas foram realizados em temperaturas próximas a 50 °C [74-75], isso parece

ser um compromisso entre maior eficiência e vida útil prolongada do banho, pois o H_2O_2 é sensível à decomposição térmica em solução aquosa.

De acordo com Bethencourt e colaboradores [74], o aumento da temperatura do banho favorece o desenvolvimento do filme de alumina sobre a matriz metálica, melhorando as propriedades protetoras da camada de conversão. No entanto, trabalhos recentes também relataram propriedades anticorrosivas aprimoradas para essas camadas de conversão à base de íons Ce obtidas à temperatura ambiente (próximo de 25°C) [76-77]. Portanto, parece não haver um acordo completo na literatura sobre a temperatura ideal do banho para a obtenção de uma camada de conversão à base de íons Ce.

Outra questão relevante é a de que, até o momento, essas camadas de conversão foram obtidas usando ligas de Al como substrato. Na literatura, poucos trabalhos empregaram uma etapa de pós-tratamento utilizando sais de Ce para melhorar a proteção contra corrosão de ligas de Al anodizadas.

Os procedimentos experimentais envolvem a imersão das amostras anodizadas em banhos contendo íons Ce por tempos variados, seja na temperatura de ebulição [78], em um procedimento semelhante à se-

lagem hidrotermal clássica, ou em temperaturas bem abaixo desse valor (variando de temperatura ambiente até 50°C) [79-84]. Todos os estudos relataram que o pós-tratamento à base de Ce melhorou as propriedades protetoras da camada anodizada e alguns deles descreveram habilidades de proteção contra corrosão melhoradas ou semelhantes quando comparadas com procedimentos de vedação à base de cromato [79-84].

PESQUISA PATENTÁRIA

Uma pesquisa patentária, com o intuito de identificar as patentes relacionadas à anodização de alumínio, foi realizada. Entre os resultados está a patente internacional WO/2013/117759 intitulada: *“Method for anodizing parts made of an aluminum alloy”* [85]. A título de exemplos comparativos, peças idênticas foram submetidas às mesmas operações de preparação de superfície, sendo anodizadas de acordo com os métodos convencionais de anodização crômica, anodização sulfúrica e anodização sulfúrico-tartárico (Tabela 1).

A Tabela 2 cita parâmetros utilizados na anodização sulfúrico-tartárico, TSA, para diferentes ligas de Al publicados em artigos, no período de 2019 a 2022.

Tabela 1- Parâmetros utilizados nos diferentes tipos de anodização apresentados na Patente WO/2013/117759 [85]

Tipo de anodização	Anodização Sulfúrica	Anodização Sulfúrico-Tartárico	Anodização Crômica
Tensão (V)	17	14	20
Temperatura (°C)	16-20	36-39	38-42
Ácido sulfúrico (g/L)	200	40	-
Ácido tartárico (g/L)	-	80	-
Tempo de anodização (min)	40	25	50

Tabela 2 – Parâmetros utilizados na anodização sulfúrico-tartárico (TSA) para diferentes ligas de alumínio, publicados em artigos científicos

Autores, ano, referência	R. Wang, 2019 [40]	O. Ramirez, 2020 [86]	L. González, 2020 [87]	S. Dhanish, 2020 [88]	M. Viademonte, 2022 [89]
Substrato	Al 2024	Al 2024-T3	Al (99,99%)	Al 7075	Al2024-T3
Tensão (V)	14	14	14	15	14
Temperatura (°C)	37	37	37	30	45
Ácido sulfúrico (g/L)	55	40	40	30	40
Ácido tartárico (g/L)	88	80	80	80	80
Tempo de anodização (min)	23	20	20	12	20

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta breve revisão de literatura mostrou que esforços vêm sendo dispendidos para encontrar um substituto ambientalmente amigável para a anodização e selagem, isentos de Cr^{6+} . A anodização sulfúrico-tartárico (TSA) é um processo inovador e totalmente voltado para atender as diretrizes ambientais, e a selagem com sais contendo cério é uma alternativa em potencial. Amostras obtidas com essas propostas promissoras devem ser comparadas com as obtidas em escala industrial pelo processo de anodização crômica e hidrotérmicamente seladas. Nesse contexto, acredita-se que o desenvolvimento deste estudo contribuirá de forma positiva na viabilização da anodização TSA como alternativa à crômica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Liebherr Aeroespacia Brasil (Processo 21.1.337.88.1), pela parceria, e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Processo 88887.670674/2022-00), pelo apoio financeiro.

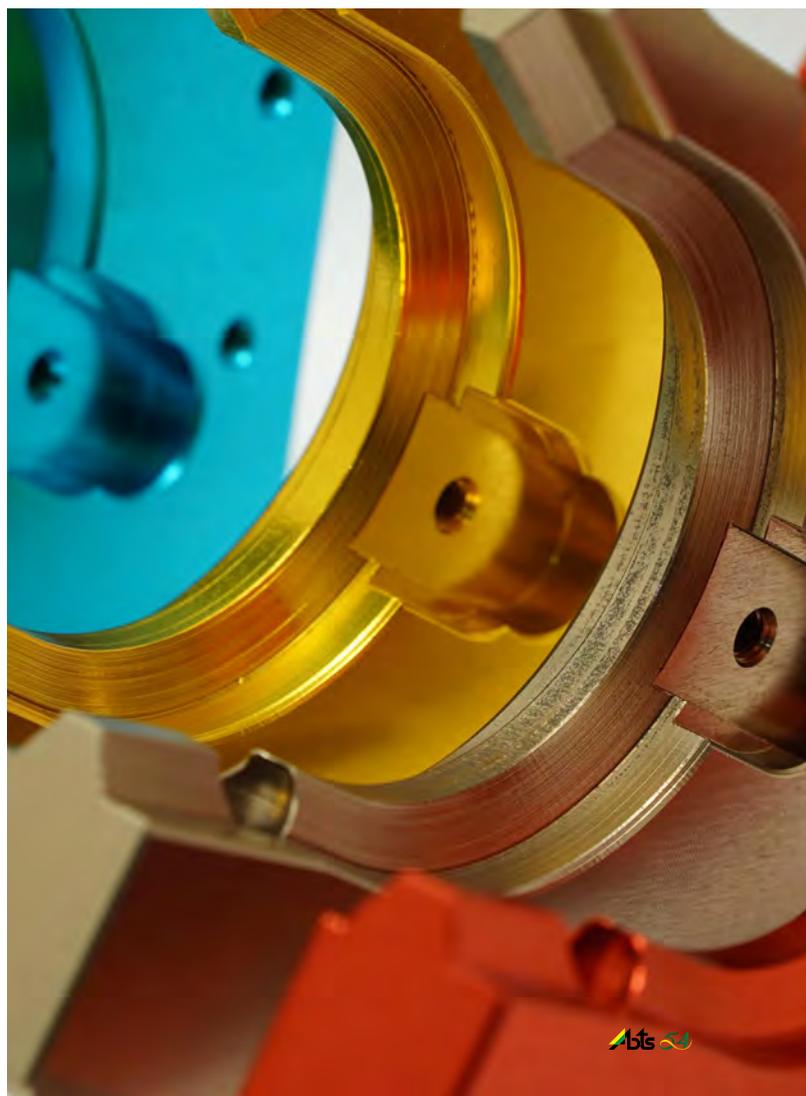
REFERÊNCIAS

- [1] N. Birbilis, R.G. Buchheit. *Electrochemical characteristics of intermetallic phases in aluminum alloys*. *J. Electrochem. Soc.*, 152 (2005), pp. B140-B151
- [2] W. Zhang, G. Frankel. *Transitions between pitting and intergranular corrosion in AA2024*. *Electrochim. Acta*, 48 (9) (2003), pp. 1193-1210
- [3] A. Boag, A. Hughes, A. Glenn, T. Muster, D. McCulloch. *Corrosion of AA2024-T3 Part I: Localised corrosion of isolated IM particles*. *Corros. Sci.*, 53 (2011), pp. 17-26
- [4] A.E. Hughes, A. Boag, A.M. Glenn, D. McCulloch, T.H. Muster, C. Ryan, C. Luo, X. Zhou, G.E. Thompson. *Corrosion of AA2024-T3 Part II: Co-operative corrosion*. *Corros. Sci.*, 53 (2011), pp. 27-39
- [5] A. Heinz, A. Haszler, C. Keidel, W.S. Miller. *Recent development in aluminum alloys for aerospace applications*. *Mater. Sci. Eng. A* 280(1) (2000) 102-107.
- [6] A. D. Isadarea, B. Aremob, M. O. A. deoye, O. J. Olawale, and M. D. Shittu. (2013). *Effect of Heat Treatment on Some Mechanical Properties of 7075 Aluminum Alloy*. *Materials Research*; 16(1):190-194.
- [7] J. Li, Z. Peng. *Mechanical properties, corrosion behaviors and microstructures of 7075 aluminum alloy with various aging treatments*. *Trans. Nonferrous Met. Soc. China*, 18 (4) (2008), pp. 755-762
- [8] T. Mohammad, and E. Esmayi. (2010). *Mechanical and Anisotropic Behaviors of 7075 Aluminum Alloy Sheets*. *Materials and Design*; 32(2): 1-6. doi: 2010.09.001
- [9] L. Woei-Shyan, and S. Wu-Chung. (2000). *The Strain Rate and Temperature Dependence of the Dynamic Impact Properties of 7075 Aluminum Alloy*. *Journal of Materials Process and Technology*, 100:116-122.
- [10] P.B. Madakson, I.A. Malik, S.K. Laminu, I.G. Bashir. *Effect of anodization on the corrosion behavior of aluminum alloy in HCl acid and NaOH*. *Int. J. Mater. Eng.*, 2 (4) (2012), pp. 38-42.
- [11] W. Lee, S. Park. *Porous anodic aluminum oxide: anodization and templated synthesis of functional nanostructures*. *Chem. Rev.*, 114 (2014), pp. 7487-7556
- [12] G.E. Thompson, H. Habazaki, K. Shimizu, M. Sakairi, P. Skeldon, X. Zhou, G.C. Wood. *Anodizing of aluminium alloys*. *Aircraft Eng. Aerospace Technol.*, 71 (1999)
- [13] F. Mansfeld, M.W. Kendig. *Evaluation of anodized aluminum surfaces with electrochemical impedance spectroscopy*. *J. Electrochem. Soc.*, 135 (1988), pp. 828-833
- [14] H. Bhatt. *Alternative to conventional aluminum anodize seals with an environmentally friendly seal process*. *J. Appl. Surf. Finish.*, 2 (2007), pp. 204-208
- [15] B. Malek, C. Mabru, M. Chaussumier. *Study and modelling of anodized 2618 aluminum behavior subjected to multiaxial fatigue*. *Mater. Sci. Eng. Chem. (MATEC) Web Conf.*, 165 (2018), p. 16010.
- [16] S. D. Cramer and B. S. Covino. (2003). *ASM Handbook Volume 13A: Corrosion: Fundamentals, Testing, and Protection*.
- [17] S. Maria, A.K. Sergey, S.K. Larisa, S. Maksim, G.S.F. Mario, H. Theodor, H.I. Mariia, A.Z. Igor, B. Carsten, L.Z. Mikhail. *The influence of PSA pre-anodization of AA2024 on PEO coating formation: composition, microstructure, corrosion, and wear behaviors*. *Materials*, 11 (2428) (2018)
- [18] T.P. Hoar, N.F. Mott. *A mechanism for the formation of porous anodic films on aluminium*. *J. Phys. Chem. Solids*, 9 (1959), pp. 97-99
- [19] H. Costenaro, A. Lanzutti, Y. Paint, L. Fedrizzi, M. Terada. *Corrosion resistance of 2524 Al alloy anodized in tartaric sulfuric acid at different voltages and protected with a TEOS-GPTMS hybrid sol-gel coating*. *Surf. Coat. Technol.* (2017), pp. 438-450
- [20] M. Remešova, S. Tkachenko, D. Kvarda, I. Ročňáková, B. Gollas, M. Menelaou, L. Čelko, J. Kaiser. *Effects of anodizing conditions and the addition of Al₂O₃/PTFE particles on the microstructure and mechanical properties of porous anodic coatings on the AA1050 aluminium alloy*. *Appl. Surf. Sci.*, 513 (2020)

- [21] H. Saffari, B. Sohrabi, M.R. Noori, H.R.T. Bahrami. Optimal condition for fabricating superhydrophobic aluminum surfaces with controlled anodizing processes. *Appl. Surf. Sci.*, 435 (2018), pp. 1322-1328
- [22] A.S. Hamdy, I. Doench, H. Möhwald. Assessment of a one-step intelligent self-healing vanadia protective coatings for magnesium alloys in corrosive media. *Electrochim. Acta*, 56 (2011), pp. 2493-2502
- [23] A.S. Hamdy, I. Doench, H. Möhwald. Intelligent self-healing corrosion resistant vanadia coating for AA 2024. *Thin Solid Films*, 520 (2011), pp. 1668-1678
- [24] R.B. Mason, M. Klingenberg, S. Clark, M. Miller, E. Berman, N. Voevodin. Alternatives to dichromate sealing in anodizing operations. *Met. Finish.*, 109 (2012)
- [25] R Tayler. B.D Chambers US Patent 0000958 (2009)
- [26] Yung-Sen Huang, Teng-Shih Shih, Jun-Hung Chou. Electrochemical behavior of anodized AA7075-T73 alloys as affected by the matrix structure. *Appl. Surf. Sci.*, 283 (2013), pp. 249-257
- [27] A. Baron-Wiechec, M.G. Burke, T. Hashimoto, H. Liu, P. Skeldon, G.E. Thompson, H. Habazaki, J.-J. Ganem, I.C. Vickridge. Tracer study of pore initiation in anodic alumina formed in phosphoric acid. *Electrochim. Acta*, 113 (2013), pp. 302-312
- [28] I. Tsangaraki-Kaplanoglou, S. Theohari, Th. Dimogerontakis, Yar-Ming Wang, Hong-Hsiang (Harry) Kuo, Sheila Kia. Effect of alloy types on the anodizing process of aluminum. *Surf. Coat. Technol.*, 200 (2006), pp. 2634-2641
- [29] L. Iglesias-Rubianes, S.J. Garcia-Vergara, P. Skeldon, G.E. Thompson, J. Ferguson, M. Beneke. Cyclic oxidation processes during anodizing of Al-Cu alloys. *Electrochim. Acta*, 52 (2007), pp. 7148-7157
- [30] M. Bethencourt, F.J. Botana, J.J. Calvino, M. Marcos, M.A. Rodríguez-Chacón. Lanthanide compounds as environmentally friendly corrosion inhibitors of aluminum alloys: a review. *Corros. Sci.*, 40 (1998) (1998), pp. 1803-1819
- [31] R.L. Twite, G.P. Bierwagen. Review of alternatives to chromate for corrosion protection of aluminum aerospace alloys. *Prog. Org. Coat.*, 33 (1998), pp. 91-100
- [32] M. Becker. Chromate-free chemical conversion coatings for aluminum alloys. *Corros. Rev.*, 37 (2019), pp. 321-342
- [33] M.F. Montemor. Functional and smart coatings for corrosion protection: a review of recent advances. *Surf. Coat. Tech.*, 258 (2014), pp. 17-37
- [34] S.T. Abrahami, J.M.M. de Kok, H. Terryn, J.M.C. Mol. Towards Cr(VI)-free anodization of aluminum alloys for aerospace adhesive bonding applications: A review *Front. Chem. Sci. Eng.*, 11 (3) (2017), pp. 465-482
- [35] M. Garcia-Rubio, P. Ocón, M. Curioni, G.E. Thompson, P. Skeldon, A. Lavía, I. García. Degradation of the corrosion resistance of anodic oxide films through immersion in the anodising electrolyte. *Corros. Sci.*, 52 (2010), pp. 2219-2227
- [36] MIL-A-8615F Anodic Coatings for Aluminum and Aluminum Alloys (1993)
- [37] Xingwen Yu, Chunan Cao. Electrochemical study of the corrosion behavior of Ce sealing of anodized 2024 aluminum alloy. *Thin Solid Films*, 423 (2003), pp. 252-256
- [38] A. Carangelo, M. Curioni, A. Acquesta, T. Monetta, F. Bellucci. Application of EIS to in situ characterization of hydrothermal sealing of anodized aluminum alloys: comparison between hexavalent chromium-based sealing, hot water sealing and cerium-based sealing. *J. Electrochem. Soc.*, 163 (2016), pp. C619-C626
- [39] M. García-Rubio, P. Ocón, A. Climent-Font, R.W. Smith, M. Curioni, G.E. Thompson, P. Skeldon, A. Lavía, I. García. Influence of molybdate species on the tartaric acid/sulfuric acid anodic films grown on AA2024 T3 aerospace alloy. *Corros. Sci.*, 51 (2009), pp. 2034-2042
- [40] R. Wang, L. Wang, C. He, M. Lu, L. Sun. Studies on the sealing processes of corrosion resistant coatings formed on 2024 aluminium alloy with tartaric-sulfuric anodizing. *Surf. Coat. Tech.*, 360 (2019), pp. 369-375
- [41] Y. Ma, X. Zhou, G.E. Thompson, M. Curioni, T. Hashimoto, P. Skeldon, P. Thomson, M. Fowles. Anodic film formation on AA 2099-T8 aluminum alloy in tartaric-sulfuric acid. *J. Electrochem. Soc.*, 158 (2011), pp. C17-C22
- [42] US Patent 2002/0157961 A1. Anodizing process, with low environmental impact, for a workpiece of aluminum or aluminum alloys.
- [43] G. Boisier, N. Pébère, C. Druetz, M. Villatte, S. Suel. FESEM and EIS study of sealed AA2024 T3 anodized in sulfuric acid electrolytes: influence of tartaric acid. *J. Electrochem. Soc.*, 155 (2008), pp. C521-C529
- [44] G.E. Thompson, L. Zhang, C.J.E. Smith, P. Skeldon. Boric/sulfuric acid anodizing of aluminum alloys 2024 and 7075: film growth and corrosion resistance. *Corrosion*, 55 (1999), pp. 1052-1061
- [45] B. Kuznetsov, M. Serdechnov, J. Tedim, M. Starykevich, S. Kallip, M.P. Oliveira, T. Hack, S. Nixon, M.G.S. Ferreira, M.L. Zheludkevich. Sealing of tartaric sulfuric (TSA) anodized AA2024 with nanostructured LDH layers. *RSC Adv.*, 6 (2016)
- [46] V.R. Capelossi, M. Poelman, I. Recloux, R.P.B. Hernandez, H.G. De Melo, M.G. Olivier. Corrosion protection of clad 2024 aluminum alloy anodized in tartaric-sulfuric acid bath and protected with hybrid sol-gel coating. *Electrochim. Acta*, 124 (2014)

- [47] J. Lu, G. Wei, Y. Yu, C. Guo, L. Jiang. Aluminum alloy AA2024 anodized from the mixed acid system with enhanced mechanical properties. *Surf. Interfaces*, 13 (2018)
- [48] M. García-Rubio, P. Ocón, A. Climent-Font, R.W. Smith, M. Curioni, G.E. Thompson, P. Skeldon, A. Lavia, I. García. Influence of molybdate species on the tartaric acid/sulfuric acid anodic films grown on AA2024 T3 aerospace alloy. *Corros. Sci.*, 51 (2009), pp. 2034-2042
- [49] L. Zhang, G.E. Thompson, M. Curioni, P. Skeldon. Anodizing of aluminum in sulfuric acid/boric acid mixed electrolyte. *J. Electrochem. Soc.*, 160 (2013)
- [50] M. Whelan, K. Barton, J. Cassidy, J. Colreavy, B. Duffy. Corrosion inhibitors for anodised aluminum. *Surf. Coat. Tech.*, 227 (2013), pp. 75-83
- [51] M. Curioni, P. Skeldon, E. Koroleva, G.E. Thompson, J. Ferguson. Role of tartaric acid on the anodizing and corrosion behavior of AA 2024 T3 aluminum alloy. *J. Electrochem. Soc.*, 156 (2009), pp. C147-C153
- [52] M. Norek, B. Budner. Effect of various electrolyte modifiers on anodic alumina (AAO) growth and morphology. *Curr. Nanosci.*, 15 (2019), pp. 76-83
- [53] M.A. Arenas, A. Conde, J.J. De Damborenea. Effect of acid traces on hydrothermal sealing of anodizing layers on 2024 aluminum alloy. *Electrochim. Acta*, 55 (2010)
- [54] M. Terada, F.M. Queiroz, D.B.S. Aguiar, V.H. Ayusso, H. Costenaro. Corrosion resistance of tartaric-sulfuric acid anodized AA2024-T3 sealed with Ce and protected with hybrid sol-gel coating. *Surf. Coat. Tech.*, 372 (2019), pp. 422-426
- [55] O.M. Prada Ramirez, F.M. Queiroz, M. Terada, U. Donatus, I. Costa, M.-G. Olivier. EIS investigation of a Ce-based posttreatment step on the corrosion behaviour of Alclad AA2024 anodized in TSA. *Surf. Interface Anal.*, 51 (2019), pp. 1260-1275
- [56] A. Renaud, M. Poorteman, J. Escobar, L. Dumas, Y. Paint, L. Bonnaud, P. Dubois, M.-G. Olivier. A new corrosion protection approach for aeronautical applications combining a phenol-paraphenylenediamine benzoxazine resin applied on sulfo-tartaric anodized aluminum. *Prog. Org. Coat.*, 112 (2017), pp. 278-287
- [57] A. Carangelo, M. Curioni, A. Acquesta, T. Monetta, F. Bellucci. Application of EIS to in situ characterization of hydrothermal sealing of anodized aluminum alloys: comparison between hexavalent chromium-based sealing, hot water sealing and cerium-based sealing. *J. Electrochem. Soc.*, 163 (2016), pp. C619-C626
- [58] E. Harscoet, D. Froelich. Use of LCA to evaluate the environmental benefits of substituting chromic acid anodizing (CAA). *J. Clean. Prod.*, 16 (2007), pp. 1294-1305
- [59] M. Curioni, P. Skeldon, E. Koroleva, G.E. Thompson, J. Ferguson. Role of tartaric acid on the anodizing and corrosion behavior of a 2024 T3 aluminum alloy. *J. Electrochem. Soc.*, 156 (2009), pp. C147-C153
- [60] M. García-Rubio, M.P. de Lara, P. Ocón, S. Diekhoff, M. Beneke, A. Lavia, I. García. Effect of post-treatment on the corrosion behaviour of tartaric-sulphuric anodic films. *Electrochim. Acta*, 54 (2009), pp. 4789-4800
- [61] L. Iglesias-Rubianes, S.J. Garcia-Vergara, P. Skeldon, G.E. Thompson, J. Ferguson, M. Beneke. Cyclic oxidation processes during anodizing of Al-Cu alloys. *Electrochim. Acta*, 52 (24) (2007), pp. 7148-7157
- [62] M. Curioni, P. Skeldon, E. Koroleva, G.E. Thompson, J. Ferguson. Role of tartaric acid on the anodizing and corrosion behavior of AA 2024 T3 aluminum alloy. *J. Electrochem. Soc.*, 156 (4) (2009), pp. C147-C153
- [63] Proença, Carla Sofia. Tese de doutoramento, Química, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, 2022
- [64] L. Hao, B.R. Cheng. Sealing processes of anodic coatings-past, present, and future. *Met. Finish.*, 98 (2000), pp. 8-18
- [65] M.R. Kalantary, D.R. Gabe, D.H. Ross. A model for the mechanism of nickel fluoride cold sealing of anodized aluminium. *J. Appl. Electrochem.*, 22 (1992)
- [66] M. García-Rubio, M.P.D. Lara, P. Ocón, S. Diekhoff, M. Beneke. Effect of posttreatment on the corrosion behaviour of tartaric-sulphuric anodic films. *Electrochim. Acta*, 54 (2009), pp. 4789-4800
- [67] S. Abrahami, Cr(VI)-free pre-treatments for adhesive bonding of aerospace industry, PhD Thesis, TU Delft, 2016, 183 p.
- [68] M. Becker. Chromate-free chemical conversion coatings for aluminum alloys. *Corros. Rev.*, 37 (4) (2019), pp. 321-342
- [69] B.R.W. Hinton, D.R. Arnot, N.E. Ryan. The inhibition of aluminium alloy corrosion by cerous cations. *Metals Forum*, 7 (4) (1984), pp. 211-217
- [70] D.R. Arnott, N.E. Ryan, B.R.W. Hinton, B.A. Sexton, A.E. Hughes, Auger and XPS studies of cerium corrosion inhibition on 7075 aluminum alloy, *Appl. Surf. Sci.*, 22-23(PART 1) (1985) 236-251.
- [71] B.R.W. Hinton, D.R. Arnot, N.E. Ryan. Cerium conversion coatings for the corrosion protection of aluminium. *Metals Forum*, 9 (3) (1986), pp. 162-173
- [72] B.R.W. Hinton, L. Wilson. A method of forming a corrosion resistant coating. *Int. Cl. 4 C23C 22/48*. WO 88/06639, September 7, 1988.
- [73] M. Dabalà, E. Ramous, M. Magrini. Corrosion resistance of cerium-based chemical conversion coatings on AA5083 aluminium alloy. *Mater. Corros.*, 55 (2004)

- [74] M. Bethencourt, F.J. Botana, M.J. Cano, R.M. Osuna, M. Marcos. Combination of thermal activation and addition of H₂O₂ to improve cerium-based immersion treatment of alloy AA5083. *Mater. Corros.*, 54 (2003), pp. 77-83
- [75] S.V. Kozhukharov, O.F. Acuna, M.S. Machkova, V.S. Kozhukharov. Influence of buffering on the spontaneous deposition of cerium conversion coatings for corrosion protection of AA2024-T3 aluminum alloy. *J. Appl. Electrochem.*, 44 (2014).
- [76] B. Valdez, S. Kiyota, M. Stoytcheva, R. Zlatev, J.M. Bastidas. Cerium-based conversion coatings to improve the corrosion resistance of aluminium alloy 6061-T6. *Corros. Sci.*, 87 (2014), pp. 141-149
- [77] S. Chen, S. Zhang, X. Ren, S. Xu. Cerium-based chemical conversion coating on aluminum alloy to inhibits corrosion in chloride solution. *Int. J. Electrochem. Sci.*, 10 (2015), pp. 9073-9088
- [78] T.L. Almeida, F.M. Queiroz, M. Terada, I. Costa, V.R. Capelossi. On the effects of hydrothermal treatments on the corrosion resistance of the TSA anodized AA7475-T761 alloy. *Key Eng. Mater.*, 710 (2016), pp. 169-174
- [79] Y. Xingwen, C. Chunan, Y. Zhiming. Application of rare earth metal salts in sealing anodized aluminum alloy. *J. Mater. Sci. Lett.*, 19 (21) (2000), pp. 1907-1908
- [80] A. Carangelo, M. Curioni, A. Acquesta, T. Monetta, F. Bellucci. Cerium-based sealing of anodic films on AA2024T3: Effect of pore morphology on anticorrosion performance, *J. Electrochem. Soc.* 163(14) (2016) pp. C907-C916.
- [81] A. Carangelo, M. Curioni, A. Acquesta, T. Monetta, F. Bellucci. Application of EIS to in situ characterization of hydrothermal sealing of anodized aluminum alloys: comparison between hexavalent chromium-based sealing, hot water sealing and cerium-based sealing. *J. Electrochem. Soc.*, 163 (10) (2016), pp. C619-C626
- [82] I.V. Gordovskaya, T. Hashimoto, J. Walton, M. Curioni, G.E. Thompson, P. Skeldon. Development of cerium-rich layers on anodic films formed on pure aluminium and AA7075 T6 alloy. *J. Electrochem. Soc.*, 161 (14) (2014), pp. C601-C606
- [83] O. M. Prada Ramirez. Estudo da resistência à corrosão da liga de alumínio 2024-T3 clad anodizada em ácido tartárico sulfúrico e pós-tratada em banho contendo íons Ce, Master's dissertation presented to Polytechnic school of the University of São Paulo, São Paulo, 2019, 130 p.
- [84] O.M. Prada-Ramirez, F.M. Queiroz, M. Terada, U. Donatus, I. Costa, M.-G. Olivier, H.G. De Melo, EIS investigation of a Ce- based posttreatment step on the corrosion behaviour of Alclad AA2024 anodized in TSA, *Surf Interface Anal.*, v. 51(12) (2019) pp. 1260-1275.
- [85] B. Pierre, G. Céline, S. Cédric, P. David. Method for anodizing parts made of an aluminum alloy. Publication Number WO/2013/117759 (2012).
- [86] O. M. Prada Ramirez, F. M. Queiroz, M. Araujo Tunes, R. Altobelli Antunes, C. Lima Rodrigues, H. Gomes De Melo. Tartaric-sulphuric acid anodized clad AA2024-T3 post-treated in Ce-containing solutions at different temperatures: Corrosion behaviour and Ce ions distribution, *Applied Surface Science*, v. 534 (2020).
- [87] L. González-Rovira, L. González-Souto, P. J. Astola, C. Bravo-Benítez. Assessment of the corrosion resistance of self-ordered anodic aluminum oxide (AAO) obtained in tartaric-sulfuric acid (TSA), *Surface and Coatings Technology*, v. 399 (2020).
- [88] S. Dhanish, G. Yoganandan, J.N. Balaraju. Development of TSA anodized/MnVO sealed coating using a statistical approach for Al 7075 alloy and a study of its corrosion behaviour, *Surface and Coatings Technology*, v. 402 (2020).
- [89] M. Paz Martinez-Viademonte, S. T. Abrahami, T. Hack, M. Burchardt. Adhesion properties of tartaric sulfuric acid anodic films assessed by a fast and quantitative peel tape adhesion test, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, v. 116 (2022). _



EUROGALVANO

Líder em linhas de
Galvanoplastia
automáticas e manuais

Certeza do Melhor
Investimento



Completa Linha de **PEÇAS PARA REPOSIÇÃO**, em
Estoque, ou Produzidas sob Demanda.

Extensa gama de **ACESSÓRIOS** sob Consulta; Sistemas
de Exaustão, Sistemas de Filtragem, Tanques, Carros
Operadores, Cestos de Titânio, Sondas de
Temperatura, Serpentinhas, Resistências...

Distribuidor Exclusivo
PROGALVANO



MAIS INFORMAÇÃO:



WWW

You Tube



CONTATO:



+55 51 3396-6262



comercial@eurogalvano.com.br
eurogalvano@eurogalvano.com.br



comercial@eurogalvano.com.br



+55 51 99248-3367



AS LIGAS ZINCO-ALUMÍNIO, PROPRIEDADES E APLICAÇÕES



ICZ INSTITUTO DA CADEIA DO ZINCO
COMITÊ TÉCNICO
contato@icz.org.br

Ligas de zinco são muito utilizadas no processo de fundição para a obtenção de peças com aplicações em diferentes segmentos, como na indústria automotiva, moveleira, construção civil, vestuário, entre outras. Conheça os diferentes tipos e veja qual é o mais adequado para garantir o melhor custo-benefício em seus produtos

As ligas de zinco são muito utilizadas no processo de fundição para a obtenção de peças com aplicações em diferentes segmentos, como na indústria automotiva, moveleira, construção civil, de vestuário, entre outras. Essas ligas oferecem muitas vantagens em relação às ligas de alumínio e magnésio para esse tipo de processo. São mais resistentes, mais dúcteis e o ponto de fusão é mais baixo, garantindo maior produtividade, menor custo de energia, e prolongamento da vida útil do equipamento. As peças finais podem ter diferentes tamanhos e complexidades e têm melhor aspecto superficial, dispensando etapas de acabamento, além de permitirem diversos tipos de cobertura.

Existem duas famílias básicas de ligas de zinco para fundição: Zamac e zinco-alumínio (ZA). As ligas Zamac, mais convencionais, foram desenvolvidas para fundição sob pressão nos anos de 1920 e seu uso foi sen-

do ampliado desde então, atingindo aplicações que exigem peças complexas, como trocadores de calor. Já as ligas ZA foram inicialmente desenvolvidas para fundição por gravidade. Suas propriedades mecânicas competem diretamente com o bronze, o ferro fundido e o alumínio, utilizando fundição de areia, de molde permanente e de molde de gesso.

O zinco e o alumínio são os principais constituintes das ligas ZA, juntamente com outras pequenas adições de magnésio e cobre. Os números associados ao nome representam a quantidade de alumínio na liga (isto é, o ZA-8 tem cerca de 8% de alumínio). Algumas normas internacionais especificam a composição química de ligas de zinco para fundição. Na Tabela 1 são comparadas as principais ligas Zamac e ligas ZA com relação à composição química, de acordo com a norma ASTM B240¹.

TABELA 1: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS LIGAS DE ZINCO DE ACORDO COM A NORMA ASTM B240¹

	Zamac 3	Zamac 5	ZA-8	ZA-12	ZA-27
Alumínio	3,9-4,3	3,9-4,3	8,2-8,8	10,8-11,5	25,5-28,0
Magnésio	0,03-0,06	0,03-0,06	0,02-0,03	0,02-0,03	0,012-0,020
Cobre	0,010 máx	0,7-1,1	0,9-1,3	0,5-1,2	2,0-2,5
Ferro, máx.	0,035	0,035	0,035	0,05	0,07
Chumbo, máx.	0,0040	0,0040	0,005	0,005	0,005
Cádmio, máx.	0,0030	0,0030	0,005	0,005	0,005
Estanho, máx.	0,0015	0,0015	0,002	0,002	0,002
Níquel	-	-	-	-	-
Zinco	Restante	Restante	Restante	Restante	Restante

TABELA 2: PROPRIEDADES DAS LIGAS DE ZINCO VERSUS ALUMÍNIO 380 E LATÃO. ADAPTADO^{3,4}

	Zamac 3	Zamac 5	ZA-8	ZA-12	ZA-27	Alumínio 380	Latão (C37700)
Densidade (g cm ⁻³)	6,6	6,6	6,3	6,0	5,0	2,71	8,44
Intervalo de solidificação (°C)	381-387	380-386	375-404	377-432	375-484	540-595	1626-1640
Resistência à tração (MPa)	283	328	374	400	421	324	360
Alongamento (% em 51 mm)	10	7	6-10	4-7	1-3	3,5	45
Dureza Brinell 500-10-30s	82	91	95-110	95-115	105-125	80	78 HRF
Força de impacto (J)	58	65	42	29	5	-	-

As características distintivas das ligas ZA são seu alto teor de alumínio, alta resistência e propriedades de rolamento, como baixo coeficiente de atrito e alta fluência. As ligas ZA podem ser substituídas diretamente de buchas e rolamentos industriais maiores, de bronze, uma vez que custam menos e são até 43% mais leves. Para componentes menores, a lubrificidade natural do zinco pode contribuir para reduzir os custos de fabricação secundária, eliminando pequenas buchas e insertos de desgaste, permitindo maior flexibilidade de projeto².

As principais propriedades das ligas Zamac e zinco-alumínio para fundição sob pressão estão listadas na Tabela 2, comparadas às propriedades do alumínio, para o mesmo tipo de fundição, e ao latão utilizado para aplicações similares.

DIFERENTES TIPOS DE ZA

A liga ZA-8, normalmente utilizada para fundição por gravidade, também pode ser fundida em câmara quente, ao contrário das demais ligas zinco-alumínio, além de possuir propriedades de resistência, dureza e fluência superiores às do Zamac. Peças em ZA-8 podem ser prontamente banhadas e acabadas usando procedimentos-padrão para o Zamac.

Quando o desempenho do Zamac 3 ou do 5 é questionado, a ZA-8 é frequentemente a escolha da fundição⁴, embora sua temperatura de fusão seja mais alta que das ligas Zamac e possa ocorrer segregação de alumínio no banho, requerendo maior atenção ao processo, além de maior desgaste dos equipamentos.

A ZA-12 é a liga de zinco mais versátil em termos de combinação de propriedades de alto desempenho e

facilidade de fabricação, usando fundição por gravidade ou pressão, possuindo propriedades intermediárias, entre a ZA-8 e a ZA-27. É reconhecida por ser a melhor liga de fundição por gravidade para areia, molde permanente ou molde de grafite, e também pode ser utilizada na fundição sob pressão, porém, sua alta temperatura de fusão, devido ao maior teor de alumínio, exige que o processo seja realizado em câmara fria. Peças em ZA-12 também podem ser banhadas, embora a adesão do revestimento seja reduzida em comparação com as ligas Zamac⁴.

A liga ZA-27 tem o mais alto teor de alumínio, maior resistência, maior ponto de fusão, e menor densidade do grupo ZA. É adequada para aplicações que exigem maior resistência, conseguindo obter-se peças resistentes mesmo com paredes finas.

A liga ZA-27 também pode ser até três vezes mais forte que o alumínio fundido típico e pode ter a resistência à tração do ferro fundido. Essa liga é facilmente usada e as peças podem ser polidas, chapeadas, pintadas ou anodizadas. Devido ao seu ponto de fusão maior que a ZA-12, a ZA-27 é adequada para projetos com temperaturas de serviço de cerca de 150 °C. Entretanto, assim como a ZA-12, essa temperatura de fusão alta exige que o processo de fundição seja em câmara fria.

As propriedades de não gerar faíscas da ZA-27 proporcionam a capacidade de agir como um rolamento natural. Os rolamentos em ligas ZA-12 ou ZA-27 devem ser considerados sempre que os rolamentos de bronze estiverem sendo requeridos. Eles geralmente operam melhor em aplicações de carga pesada e baixa velocidade, sob condições moderadas de temperatura, mas

também têm sido usados com sucesso em aplicações de alta velocidade e carga leve. Essas características e desempenho oferecem economia de custos e vantagens de manutenção, além de confiabilidade em relação a outros metais fundidos para aplicações, como, por exemplo, na indústria automotiva. Outras indústrias que utilizam a ZA-27 são a aeronáutica, a de máquinas agrícolas e têxteis, e construção civil⁵.

CONCLUSÃO

A variação na composição química entre as ligas Zamac e ZA permitem uma infinidade de diferentes aplicações. No geral, as propriedades das ligas de zinco, como alta resistência e dureza, permitem versatilidade no *design* das peças, além de serem alternativa ideal para posterior usinagem, conformação ou acabamento superficial, competindo com materiais como alumínio fundido, magnésio, bronze, plásticos e a maioria dos ferros fundidos. Conhecer suas diferentes composições e propriedades é essencial para a seleção de materiais com o desempenho adequado para determinada aplica-

ção, proporcionando, assim, a melhor relação custo-benefício em seu processo de fabricação.

REFERÊNCIAS

1. ASTM B240-17, *Standard Specification for Zinc and Zinc-Aluminum (ZA) Alloys in Ingot Form for Foundry and Die Castings*, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, www.astm.org
2. International Zinc Association. *Engineering in Zinc, Today's Answer*, 2018, www.diecasting.zinc.org
3. E. Gervais, R.J. Barnhurst and C.a. Loong. *An Analysis of Selected Properties of ZA Alloys*. *Applied Technology*, p. 43. 1985.
4. Eastern Alloys. *Zinc Die Casting Properties Guide*, 2012, www.eazall.com
5. Dynacast. *Material Spotlight: ZA-27*. 2018, www.dynacast.com/blog-material-spotlight-za-27 🚩

ABTS 54 ANOS
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

Curso de Cálculos de Custos em Tratamentos de Superfície

100% Digital com Certificado

Potencialize sua Carreira no Setor

www.abts.org.br/custos

Acesso Imediato às Aulas!



ONDE VOCÊ ENCONTRA OS MELHORES PRODUTOS PARA AQUECIMENTO ELÉTRICO INDUSTRIAL



Tradição no desenvolvimento de produtos destinados ao aquecimento industrial, posicionaram a **PALLEY INDUSTRIAL LTDA** e **PALLEY ELÉTRICA LTDA.** entre as mais importantes empresas deste segmento. Com a mais atual tecnologia e alta qualidade, desenvolvemos e produzimos uma linha completa de:

- Aquecedores Elétricos Industriais**
- Resistências Elétricas Industriais**
- Geradores Elétricos de Ar Quente**
- Estufas e Fornos Industriais**
- Secadores Elétricos Industriais**
- Sistemas de Aquecimento Especiais**



COM UM DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO COM LARGA EXPERIÊNCIA, ESTAMOS APTOS À APRESENTAR SEMPRE AS MELHORES SOLUÇÕES NA ÁREA DE AQUECIMENTO INDUSTRIAL.



**Tecnologia
Durabilidade
Qualidade**



palley.com.br



11 3965.7111



palley@palley.com.br



@palleyindustrial

FOSQUEAMENTO ALCALINO DE ALTA PERFORMANCE

Benefícios



Conheça uma variedade de benefícios técnicos no processo de fosqueamento que, no final das contas, acaba fazendo a diferença em questões técnicas e financeiras

FERNANDO BRASILIO DA SILVEIRA

É engenheiro mecânico; mestrando em Tratamentos de Superfície e Filmes Finos (Nanotecnologia). Gestor de negócios na **Metal Coat Produtos Químicos Ltda.**
fernando@metalcoat.com.br

RESUMO

O processo de fosqueamento alcalino em processos de anodização é amplamente utilizado para se obter, em primeiro lugar, acabamento acetinado, fosco de qualidade, mas outros fatores pertinentes ao processo acabam ficando escondidos por trás desse objetivo primário, que é o acabamento. Temos aqui uma variedade de benefícios técnicos no processo de fosqueamento para fazer a diferença em questões técnicas e financeiras.

ABSTRACT

The alkaline matting process in anodizing processes is widely used to obtain, first of all, a satin finish, quality matte, but other factors pertinent to the process are hidden behind the primary objective, which is the finish. Here we have a variety of technical benefits in the matting process that ultimately make the difference in technical and financial matters.

1. INTRODUÇÃO

O PROCESSO DE ANODIZAÇÃO

O processo de anodização é composto de uma série de estágios básicos, comuns a todos os tipos de anodização, sendo que cada processo adquire uma característica própria, identificando o tipo de acabamento. Os processos de anodização têm, basicamente, as seguintes aplicações:

- Anodização para fins arquitetônicos;
- Anodização para fins técnicos (DURA);
- Anodização para bens de consumo.

Evidentemente, onde o fosqueamento é o objetivo, os processos de anodização estão localizados nas áreas decorativas: bens de consumo e, principalmente, arquitetônicos.

2. FOSQUEAMENTO

A etapa de fosqueamento, em processos de anodização, é realizada com o objetivo de remover a camada superficial de óxidos de alumínio e eliminar as imper-



feições provenientes dos processos de conformação, extrusão e produção das peças ou perfis de alumínio.

O processo de fosqueamento é obtido de duas maneiras quimicamente antagônicas: uma por solução ácida e outra por soluções alcalinas. Os banhos de fosqueamento ácido são comumente chamados de jateamento químico justamente pelo efeito decorativo que se obtém, com excelente superfície acetinada, porém, com um efeito 'colateral' bastante indesejado: a formação de lodo – a taxa de corrosão nesse processo é alta e as reações químicas envolvidas acabam por gerar uma quantidade de lodo tão expressiva que se faz necessário o uso de um sistema de filtração contínuo para não se ter interrupções durante a operação, além de trocas frequentes da solução, gerando altos custos.

Já em processos alcalinos temos vidas mais longas, menor custo, mas as taxas de corrosão, altas, ocorrem de maneira a não 'disfarçar' ou 'esconder' as linhas provocadas pelo processo de extrusão dos perfis arquitetônicos; temos uma superfície fosca, porém, toda listrada por esses defeitos do processo de conformação mecânica do alumínio.

3. PARAMETRIZAÇÃO E MECANISMO DO FOSQUEAMENTO ALCALINO

O processo de fosqueamento alcalino se desenrola em uma reação espontânea entre o substrato (alumínio) e a solução alcalina, composta, basicamente, de hidróxido de sódio, alumínio (dissolvido nessa mistura) e de aditivos para estabilização, além da temperatura.

A reação ocorre pelo simples contato do substrato (alumínio) com o hidróxido de sódio; o alumínio, dissolvido na solução, se torna um inibidor dessa reação o que é altamente recomendável para a obtenção do acabamento desejado. Por fim, os aditivos empregados no processo são um agente estabilizante para que o alumínio dissolvido permaneça nesse estado e não precipite na forma de hidróxido de alumínio, devendo se apresentar na forma de aluminato de sódio. Assim, o que se tem é uma solução rica em hidróxido de sódio e alumínio em solução, e é essa composição a responsável por um acabamento de boa ou de má qualidade.

De posse dessas informações, a partir de agora, é necessário definir quais são os parâmetros desse banho para o bom desempenho qualitativo na operação.

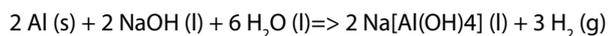
Sabemos que quanto maior a quantidade de alumínio dissolvido, e menor a concentração de hidróxido de sódio na solução, melhor será o acabamento, isso porque quanto mais inibição pelo alumínio (e menor concentração de hidróxido de sódio) a reação se comporta

de maneira mais amena e, assim, se concentra nos picos daquelas listras de extrusão, permitindo, visualmente, um acabamento muito acetinado e de excelente qualidade; porém, caso se descuide de uma relação saudável entre esses dois elementos, ocorre a transformação de aluminato de sódio para hidróxido de alumínio, formando um precipitado sem reversão, e a consequente parada de linha para remoção do lodo que, ao longo do tempo, se transforma num resíduo muito difícil de se remover do tanques.



Banho estável, coloração preta.

Reação típica do processo:



Com o desequilíbrio, o banho se torna cinza claro e, ao passar do tempo, provoca o empedramento e dificuldade de remoção do lodo.

Reação secundária e indesejada :



4. PARÂMETROS DE UM PROCESSO TÍPICO CONTRA PROCESSO DE ALTA PERFORMANCE

Para se obter o melhor acabamento possível, é necessário ter a menor concentração de hidróxido de sódio contra a maior concentração de alumínio dissolvido possível.

A relação de um processo típico de mercado se encontra entre 70% a 85% de hidróxido de sódio em relação ao alumínio presente, ou seja: se temos um banho com 120 g/l de alumínio em solução, temos uma concentração de soda perto de 80 g/l até 100 g/l para que se obtenha a maior estabilidade e a menor precipitação possíveis. A diferença entre banhos típicos e os de alta performance reside, exatamente, na aditivação desses banhos, buscando maior estabilidade com relações bem menores. Fala-se de 35% até 40% entre hidróxido de sódio e de alumínio sem que haja precipitação. Também, com tais aditivos, tem-se, agora, a possibilidade de operar com concentrações de alumínio superiores à 200 g/l, com altíssima estabilidade, sem precipitação de alumínio na forma de hidróxidos e, conseqüentemente, acabamentos iguais ou até superiores ao processo de fosqueamento ácido, com o benefício de não termos as gerações de lodo deste.

Sugere-se uma parametrização conforme abaixo:

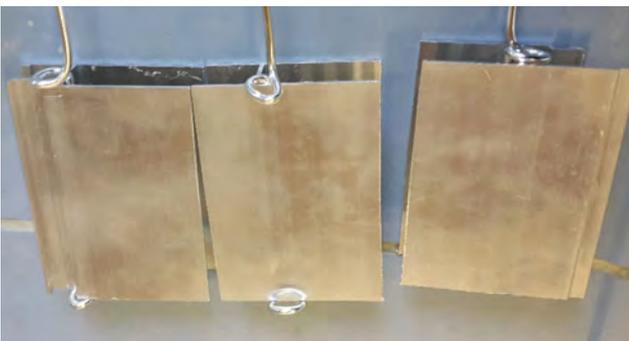
Aditivos típicos de mercado	
NaOH livre	80 [g/l]
Al dissolvido	120 [g/l]
Tempo de imersão	8 minutos
Concentração de aditivos	50 [g/l]
Remoção de alumínio	6 [g/m ² por minutos]
Consumo de NaOH	0,40 [l/m ²]
Consumo de NaOH	103 [g/m²]
Consumo de Aditivos	20,0 [g/m²]

Aditivos de alta performance	
NaOH livre	55 [g/l]
Al dissolvido	200 [g/l]
Tempo de imersão	8 minutos
Concentração de aditivos	90 [g/l]
Remoção de alumínio	5 [g/m ² por minutos]
Consumo de NaOH	0,20 [l/m ²]
Consumo de NaOH	70 [g/m²]
Consumo de Aditivos	18,0 [g/m²]



Aspecto visual de um banho com alta concentração de alumínio e baixa concentração de hidróxido de sódio. Baixa formação de espuma e excelente controle da reação.

Pelos quadros comparativos, pode-se observar uma redução de custos sensível no consumo de hidróxido de sódio e redução também no consumo de aditivos, mesmo tendo, neste novo cenário, uma concentração de aditivos proposta quase duas vezes maior. Isso significará maior performance técnica e também estética, a qualidade final do processo se torna muito mais atraente, uma superfície mais acetinada e os custos da operação sensivelmente mais baixos.



Peças naturais com a presença de óxidos e listras de extrusão.



Peças que sofreram o processo de fosqueamento em alta concentração de Al, removendo completamente as linhas de extrusão, conferindo à superfície excelente acabamento.



Comparativo da superfície antes (esquerda) e depois (direita) do processo de fosqueamento.

5. RESULTADOS DO PROCESSO DE FOSQUEAMENTO DE ALTA PERFORMANCE

Podemos constatar que, ao final do fosqueamento, temos números que são tão relevantes quanto o resultado obtido nas questões estéticas do processo. Observe que, dentro de um novo cenário, pode-se, agora, trabalhar com parâmetros completamente evitados no passado, com altas concentrações de alumínio e baixas concentrações de hidróxido de sódio, proporcionando uma taxa de corrosão muito mais baixa, com consumo de hidróxido de sódio também muito mais baixo, além de alta estabilidade da solução, significando: vida longa dos banhos e baixíssima formação de lodo, sem a necessidade de interrupções no processo para limpeza e manutenção. E, é claro, com um resultado decorativo/estético de efeito muito bonito e agradável aos olhos.

Por fim, fala-se de reduções de custos que variam entre 20% e 50% menores se comparadas a processos convencionais, típicos de mercado, de acordo com a parametrização utilizada neste artigo. 🟩

O mercado de alumínio pela visão da Termomecanica

Superintendente de Vendas e Marketing, Paulo Cezar Martins Pereira, fala sobre o trabalho da empresa com o metal e sobre o potencial desse segmento na atualidade



PAULO CEZAR: “Por haver muito ainda a se descobrir, a taxa de inovação em seu desenvolvimento e de fabricação é muito representativa”



por Ana Carolina Coutinho

Em qual parte da cadeia vocês trabalham com alumínio? Quais são os destaques da sua empresa lidando com esse material, em especial?

Na cadeia do alumínio, atuamos na produção de tubos, para sistemas de refrigeração; barramentos, para fins elétricos; e produção de vergalhão de alumínio, para fins elétricos e mecânicos; mais fios especiais. Não há, propriamente, um destaque, pois tratamos igualmente as linhas de produto em termos de qualidade e valor mercadológico, procurando atender a normas técnicas rígidas. Em termos de volume, o destaque seria a produção de vergalhão de alumínio, que é maior em relação aos demais produtos, face à maior demanda de mercado.

Fale-nos um pouco mais sobre a sua empresa. Ela atua em outros segmentos? Qual a estrutura e carro-chefe?

A Termomecanica atua há 80 anos no mercado, classificada entre as maiores indústrias privadas brasileiras, é líder no setor de transformação de metais não ferrosos (cobre e suas ligas), em produtos semielaborados e produtos acabados, tais como: barras, vergalhões, perfis, fios, laminados, tubos para refrigeração, tubos para aplicação industrial, tubos para condução de água e gás, capas de bronze TM 23, barramentos de cobre para aplicações na indústria siderúrgica e de fornecimento de energia, buchas e tarugos de bronze TM 620. Atua, desde 2016, na fabricação de produtos de alumínio, possuindo atualmente em seu portfólio: vergalhão, tubos, barramentos, e fios de alumínio. Altamente capitalizada, a empresa registra saudável crescimento, resultado de programas de constante modernização e expansão, que definem sua tradicional estratégia de reinvestimento de lucros.

No Brasil, qual a realidade do mercado de alumínio? Quais as tendências do setor?

Em termos de mercado, tradicionalmente, o alumínio cresce além do crescimento do PIB, embora dependa também, em grande parte, do ciclo e cenário econômico no Brasil, e também no mundo. É um metal (*commodity*) cujos preços são regulados pelo mercado internacional, especialmente pela *London Metal Exchange*, ou LME, parâmetro para venda em quase todos os países que o utilizam. Para a formação de preços, é também considerada uma remuneração devida às despesas de transportar o metal, ou seja, um prêmio adicional sobre o LME. Assim, todo o metal é vendido a LME + Prêmio. Atualmente, podemos dizer que o mercado já viveu dias melhores, e este ano deverá apresentar uma pequena redução em relação a anos anteriores, principalmente, devido às condições do cenário internacional (guerra, custos de energia e de produção, cenário político interno do Brasil, e certa redução de demanda); mas a tendência e perspectivas futuras são de recuperação para o próximo ano, com crescimento mais forte a partir de 2024.

E em termos de produtos? Qual o grande destaque do segmento de alumínio?

Olha, cada segmento de mercado tem o seu destaque, sem nenhum destaque especial da cadeia. Pela flexibilidade e vantagens do alumínio em relação a outros metais, inclusive de custo, as aplicações do metal são muito diversificadas, indo, por exemplo, de componentes de aviões e foguetes (ligas aeronáuticas e aeroespaciais), até produtos utilizados em áreas alimentícias, indústria automotiva, linhas de transmissão, tubos para troca de calor, etc...

Ainda é possível inovar no setor de alumínio? De que forma?

O alumínio é um metal muito novo em relação aos demais. Seu uso tem se propagado dia após dia pela disponibilidade fácil, custo mais baixo, propriedades físicas e químicas, leveza, ótima condutibilidade elétrica e térmica, atoxidade, fácil conformação, boa refletividade, diferentes resistências mecânicas de suas ligas. Assim, é muito frequente novos usos, novas tecnologias e surgimento de novas ligas. Por haver muito ainda a se descobrir, a taxa de inovação em seu desenvolvimento e de fabricação é muito representativa. Ainda veremos muita evolução nesta cadeia do metal.



ABTS 54 ANOS
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

Curso de Tratamentos de Superfície - Digital

Via Plataforma  zoom

15 a 19 de maio de 2023 - das 9h às 18h

Há mais de 30 anos a ABTS organiza e apresenta o curso de Tratamentos de Superfície, seja na área da Galvanoplastia Tradicional, Revestimentos para Fins Técnicos, Pintura OEM ou de Manutenção.

 < Mais Informações

Relação cliente-empresa e a sua importância para o sucesso dos negócios

80% das empresas se acham diferenciadas perante os clientes, mas a percepção deles é de apenas 8%; saiba o porquê



A relação entre clientes e empresas nada mais é do que um processo por meio do qual se estabelecem vínculos positivos, permeados pelo atendimento efetivo, de qualidade e que inspiram confiança. Manter canais de comunicação sempre abertos e humanizados nos ajuda a antecipar necessidades, o que é primordial quando falamos em gerar fidelização.

Quem quer ter sucesso (e, aqui, não importa qual o seu ramo de atuação) precisa cuidar com carinho da gestão do relacionamento, pois isto é o que lhe permitirá obter uma real vantagem competitiva em seu mercado. Afinal, a satisfação não só ajuda a mantê-lo na carteira, como também o torna um bom embaixador do seu trabalho, dando boas referências – ainda que de forma indireta – a quem buscar os seus serviços.

Michael Leboeuf, autor norte-americano de negócios e ex-professor de administração da Universidade de Nova Orleans (EUA), afirma que “um cliente satisfeito é a melhor estratégia de negócio”. E para Philip Kotler, considerado o pai do marketing moderno, “a chave para se gerar um grande nível de fidelidade é entregar um alto



FERNANDA GROLLA

Vice-presidente de Customer Experience da

NEO

valor”. Ambos estão corretos. E nunca é demais lembrar que satisfação e fidelidade estão intrinsecamente ligadas à qualidade dos relacionamentos que você constrói.

Em outras palavras, relacionamentos de qualidade só agregam valor ao negócio; negócios valorizados, com boa reputação e bem cotados no mercado automaticamente se tornam preferenciais; quem tem a preferência assume a dianteira, conquistando cada vez mais espaço. Note que essa é uma ‘roda’ que se retroalimenta – quanto mais sucesso você tem, mais sucesso você terá. Mas, basta um descuido, e todo o seu esforço terá sido em vão. Recomeçar pode ser muito trabalhoso.

DE QUAL LADO VOCÊ ESTÁ?

A verdade é que a excelência no atendimento é o que gera a fidelização – dessa equação não temos como fugir. E, como a consultoria norte-americana Glance sinalizou em um estudo, para cada experiência negativa vivida por um cliente, são necessárias 12 vivências positivas para compensar um eventual estrago (todo cuidado é pouco!). Então, quando falamos em relacionamento, quando falamos dessa troca, temos que sempre considerar a oferta de experiências únicas e personalizadas, pois elas vão ajudar a sua empresa a fomentar a credibilidade, além de impulsionar a sinergia entre as partes e estreitar o vínculo comercial.

Infelizmente, muitas organizações preferem fechar os olhos à importância da qualidade do relacionamento com o cliente – estima-se que, enquanto 80% das empresas acreditam oferecer um serviço dito ‘superior’, apenas 8% de seus consumidores estão, de fato, satisfeitos. Essa discrepância, revelada em uma pesquisa da Bain & Co, é o que, na prática, separa dois universos bem opostos: a realidade de quem entende de *Customer Experience* e prima pelas boas práticas, dos que acham que aqueles que escolhem uma marca estão lhes prestando um favor.

E você, de qual lado está? Essa pergunta precisa ser respondida com sinceridade, pois essa resposta poderá nortear a sobrevivência da sua empresa e dos relacionamentos que você cultiva.

**Este texto foi originalmente publicado no site Administradores.com.br.*



Curso de Eletrodeposição de Zinco

100% Digital com Certificado

Potencialize sua Carreira no Setor



www.abts.org.br/zinco



Acesso Imediato às Aulas!

CRIATIVIDADE: O MITO DO DOM

Não se iluda, você pode alcançar a habilidade que quiser e desejar, e é a ciência quem explica

Imagine-se assistindo a uma partida de futebol em um bar com os amigos e, de repente, vê Neymar dando um drible incrível, deixando toda a defesa do time adversário desarmada, 'esse menino nasceu com uma criatividade incrível', você pensa.

Após o jogo, na volta para casa, esperando o Uber, com o celular na mão, você pensa 'o cara que inventou esse aplicativo de transporte tinha o dom da criatividade'.

As cenas descritas acima não são incomuns. Com frequência, vemos e usamos da criatividade vinda de resultados do que outras pessoas fizeram e, imediatamente, caímos no 'mito do dom'.

O mito do dom acontece quando imaginamos que toda a criatividade dessas pessoas é algo inato, intrínseco. Que nascem com o talento como



VICTOR DE ALMEIDA MOREIRA

Engenheiro de produção, com MBA em Engenharia de Custos, gestor de projetos, da Mineração Rio do Norte (MRN), e autor do livro '(Auto)liderança Antifrágil', publicado pela Editora Gente.



um 'presente dos deuses' dado a elas. Mas essa é uma grande armadilha.

Na ideia de Nietzsche, declarar que alguém possui um dom ou é um gênio da criatividade, por exemplo, é o mesmo que afastar de nós mesmos a responsabilidade por nos tornarmos criativos, de desenvolvermos um talento e construirmos nossa excelência em algo.

O QUE DIZ A CIÊNCIA

A criatividade, assim como muitas outras virtudes que reconhecemos em figuras que admiramos, pode ser treinada e desenvolvida. A maior prova disso, encontrei no estudo conduzido pelo sociólogo estadunidense Daniel F. Chambliss, intitulado *The Mundanity of Excellence* ('A mundanidade da excelência'; em tradução livre).

Chambliss analisou a diferença entre nadadores de elite (medalhistas olímpicos) e aqueles que não passaram de campeonatos regionais. A grande conclusão do artigo foi a de que os grandes feitos de um ser humano e a conquista da excelência nada têm a ver com alguma característica extraordinária ou inata. São antes, como escrito no estudo: "a confluência de dezenas de pequenas habilidades ou atividades, aprendidas ou com as quais nos deparamos, que são cuidadosamente treinadas e incorporadas como hábitos e depois encaixadas em um todo sintetizado".

Essa ciência me abriu os olhos para o fato de que a busca pela excelência é gerenciável e pode ser construída e desenvolvida, inclusive a criatividade. Em meu livro, chamo essa habilidade de gerenciamento de consistência, que é a repetição acompanhada de um método, seguindo os seguintes passos:

1. Exponha-se a atividades criativas;
2. Escreva as etapas da atividade;
3. Identifique em quais dessas etapas estão os pontos que você pode aprimorar; e
4. Teste novas estratégias para melhorar cada etapa.

REPITA ESSES PASSOS INCANSAVELMENTE.

Sua criatividade é gerenciável e se você tiver a consistência para desenvolvê-la vai entender o que Steve Jobs estava analisando quando disse: "Todas as coisas ao seu redor, as quais você chama vida, foram feitas por pessoas que não eram melhores que você. E você pode mudar, pode influenciar, pode construir as próprias coisas para que outras possam usar". 🚀





ALUMAL ELOX 557

Aditivo para Anodização Sulfúrica para Alumínio

Eleve o Padrão de Tratamento para Alumínio

- Menor consumo de produtos
- Melhor uniformidade de camada
- Melhor produtividade no processo de anodização com redução no consumo de energia