



TRATAMENTO DE SUPERFÍCIES DE ALUMÍNIO COM ÁCIDO FOSFÓRICO VISANDO A OBTENÇÃO DE REFINAMENTO E BRILHO SUPERFICIAL

G. P. SILVA¹, L. F. SILVA FILHO¹, K. R. A. MELO¹, C. M. PALACIO¹.

¹ Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Engenharia e Tecnologia, Campus Mossoró, E-mail para contato: karla_rafaelaam@hotmail.com

RESUMO – Por ser um material versátil, o alumínio é utilizado em grande escala em inúmeras aplicações na indústria mecânica, farmacêutica e química, entre outras. Assim, faz-se necessário o desenvolvimento de diversas formas de tratamento de superfície em função da aplicação requerida. Neste trabalho buscou-se desenvolver um tratamento de superfícies de alumínio (99,5% Al; 0,25% Si; 0,4% Fe, traços) em solução de ácido fosfórico objetivando a obtenção de refinamento e brilho superficial. Como corpos de prova foram utilizadas placas com 0,7 mm de espessura, em formato quadrado e com área geométrica aproximada de 9,0 cm². Os corpos de prova foram expostos a soluções de ácido fosfórico em concentrações de 100 %, 75 %, 50 % e 25 % (v/v) (tomando a referência como 100 % o ácido P.A.). O tempo de imersão e a temperatura das soluções foram as variáveis avaliadas. Utilizando-se como parâmetros a perda de massa, a análise visual do brilho e outras ocorrências, como ataque preferencial, manchas e formação de material pulverulento. Visualmente, os corpos de prova que exibiram maior brilho (praticamente espelhados) e superfícies mais homogêneas, foram os submetidos a imersão a 75 °C em soluções com concentrações equivalentes a 100 % e 75 %. Resultados similares também foram obtidos a 75 °C e 100 °C nas soluções com concentrações equivalentes a 50% e 25%. Verificou-se ainda que o aumento do tempo de imersão à temperatura ambiente promove uma pequena melhoria em relação ao brilho e aspecto da superfície de alumínio.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Soares (2017) e Meneghesso (2006) o polidor químico de alumínio, ou comumente conhecido como banho de abrillhamento, é um processo pelo qual o alumínio é submetido à imersão em solução ácida quente. O objetivo é eliminar defeitos e gerar uma superfície brilhante com um acabamento espelhado. Tal procedimento se baseia em um mecanismo de ataque a projeções ou microscópicas montanhas (relevos, linhas de extrusão) tão rápido quanto ao que faz depressões (baixo relevo).

De acordo com Skubal e Walters (2013) existem vários métodos empregados no polimento químico do alumínio. Grande parte desses métodos consiste em utilizar uma solução ácida para remover a parte superior atômica das camadas de alumínio e promover acabamentos brilhantes e uniformes. A maioria dos métodos utiliza o ácido nítrico e/ou ácido



fosfórico, para minimizar a rugosidade superficial, remover riscos, manchas e marcas de polimento mecânico. O ácido fosfórico ataca vigorosamente o alumínio. A adição de ácido nítrico ao meio permite regular a taxa de ataque do ácido fosfórico, ou seja, a dissolução de alumínio no meio. Em geral, o ácido nítrico em excesso produz aumento da porosidade podendo inclusive ocasionar perfurações. Adicionalmente quando presente em quantidades moderadas o ácido nítrico pode produzir gravuras.

Skubal e Walters (2013) relatam que durante o processo de polimento químico a deposição de cobre proveniente da solubilização de parte da liga de alumínio é muitas vezes esperada. Um filme sólido superficial produzido com a consequente supressão da gravura e desenvolvimento do brilho. Assim, a concentração de ácido nítrico deve ser estudada na solução de polimento químico, devido a influência na deposição de partículas de cobre. Uma concentração adequada de ácido nítrico poderá permitir a distribuição partículas de cobre uniformemente.

Soares (2017) em seus estudos sobre o desenvolvimento de formulações para polimento químico de superfícies de alumínio demonstrou a importância de tal conhecimento, em função da imensa aplicabilidade do alumínio em todos os setores da indústria. A despeito da ampla utilização da técnica industrialmente, e da importância do alumínio como um dos principais materiais da construção mecânica, existem poucas publicações e referências atuais sobre este tema na literatura. Neste contexto, este trabalho visa contribuir para o desenvolvimento e aperfeiçoamento do processo de polimento químico de alumínio em meio ácido. Tendo como objetivo melhorar a qualidade da superfície em relação ao brilho e sensibilidade a manchas de impressões digitais por manuseio.

2. METODOLOGIA

O procedimento experimental do presente trabalho foi realizado no Laboratório de Química Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRS.

2.1 Matéria prima

Foram utilizados como corpos de prova placas de alumínio 1050 ABNT/ASTM (99,5% Al; 0,25% Si; 0,4% Fe, traços), com 0,7 mm de espessura, nas dimensões aproximadas de 3,0 por 3,0 cm. Água destilada, Ácido Fosfórico – H_3PO_4 P.A (85%) e Solução desengraxante industrial à 2,5%.

2.2 Equipamentos

Os equipamentos usados nos procedimentos de polimento químico foram: vidrarias (béqueres, provetas, garras de plástico, termômetros de vidro (Promo Lab. www.allafrance.com), secador Turbo 6000 (TAIFF), chapa aquecedora (Lucadema Científica. www.lucadema.com.br), balança analítica (Tecnal Equipamentos para Laboratórios. São Paulo – SP), cronometro e câmera fotográfica.

2.3 Preparo das soluções

Solução desengraxante: Conforme procedimento descrito por Skoog et al. (2013), inicialmente pesou-se 2,5 g de desengraxante industrial DI-MERSAO 020-NOVA da Dileta química®. Em seguida o material foi diluído em 100 ml de água destilada. Esta solução tem a finalidade de promover a limpeza prévia (desengordurar) das chapas de alumínio sem que estas sofram ataque químico. A concentração utilizada garante a não ocorrência de manchas provenientes da reação do desengraxante com a superfície de alumínio, recorrente em concentrações elevadas.

Soluções de ácido fosfórico: Para preparação das soluções de ácido fosfórico utilizou-se a Equação 1, também empregada em Skoog et al. (2013). Os dois termos à esquerda da equação são o volume (V_{conc}) e a concentração (C_{conc}) do ácido fosfórico concentrado, usado para preparar uma solução diluída de volume (V_{dil}) e concentração (C_{dil}). Essa relação tem como base a igualdade entre o número de mols do soluto existente na solução diluída que deve ser igual a número de mols no reagente concentrado. O volume pode ser aferido em mililitros ou litros desde que as unidades sejam as mesmas para ambas as soluções.

$$V_{conc} \times C_{conc} = V_{dil} \times C_{dil} \quad (1)$$

A concentração e o volume das soluções empregadas nos testes são apresentadas na Tabela 1. As proporções utilizadas seguem o teor comercializado para o ácido fosfórico. No caso, o ácido com teor de 85% foi denominado nesse trabalho como concentração equivalente a 100%.

Tabela 1: – Concentração e o volume das soluções empregadas nos testes.

Solução	Percentual (%)	Equivalente (%)	H ₃ PO ₄ (ml)	H ₂ O (ml)
1	85,0	100,0	50,0	-
2	63,8	75,0	37,5	12,5
3	42,5	50,0	25,0	25,5
4	21,3	25,0	12,5	37,5

2.4 Polimento químico

Os procedimentos foram realizados em duplicata seguindo a sequência de mostrada na Figura 1:

Figura 1 – Cronograma do procedimento realizado em laboratório.

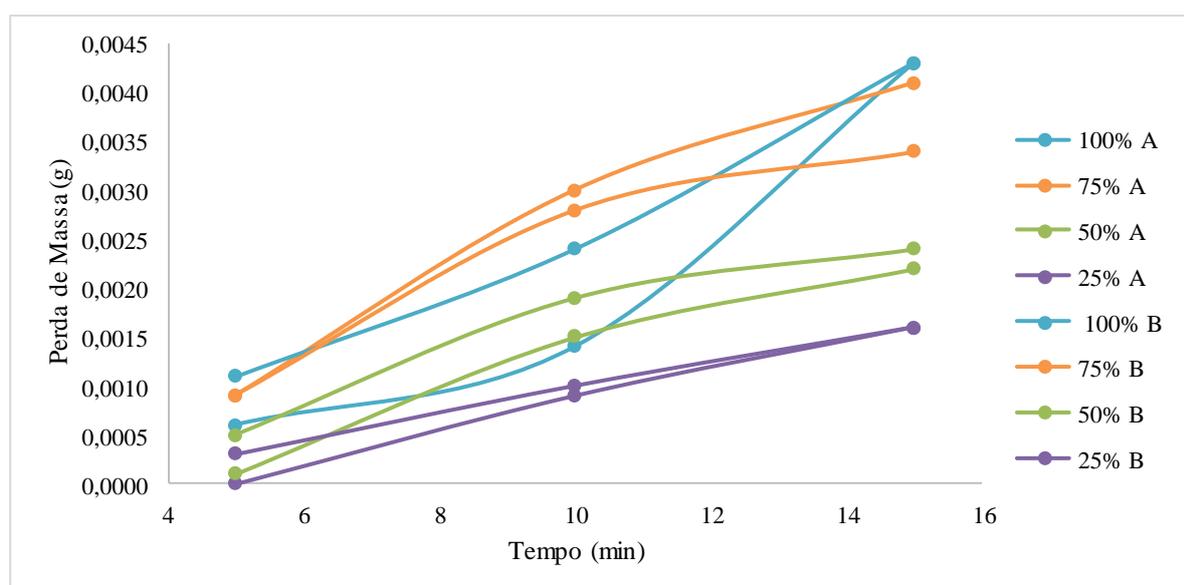


O desengraxe dos corpos de prova foram feitos por imersão durante 1,0 minuto. Na etapa de polimento químico, os corpos de prova foram imersos nas soluções de ácido fosfórico à temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) por 5,0; 10,0 e 15,0 minutos. Nos ensaios realizados nas temperaturas de 50°C, 75°C e 100°C o tempo de imersão foi de 5 minutos, para evitar ataques muito pronunciados e destruição dos corpos de prova. As identificações dos corpos de prova foram feitas conforme a solução de imersão utilizada, ou seja, 1a e 1b correspondem a imersão na solução com concentração equivalente a 100%, 2a e 2b a 75%; 3a e 3b a 50%; e 4a e 4b a 25%.

3. RESULTADOS

A Figura 2 mostra a perda de massa em função do tempo de imersão nas soluções ácidas.

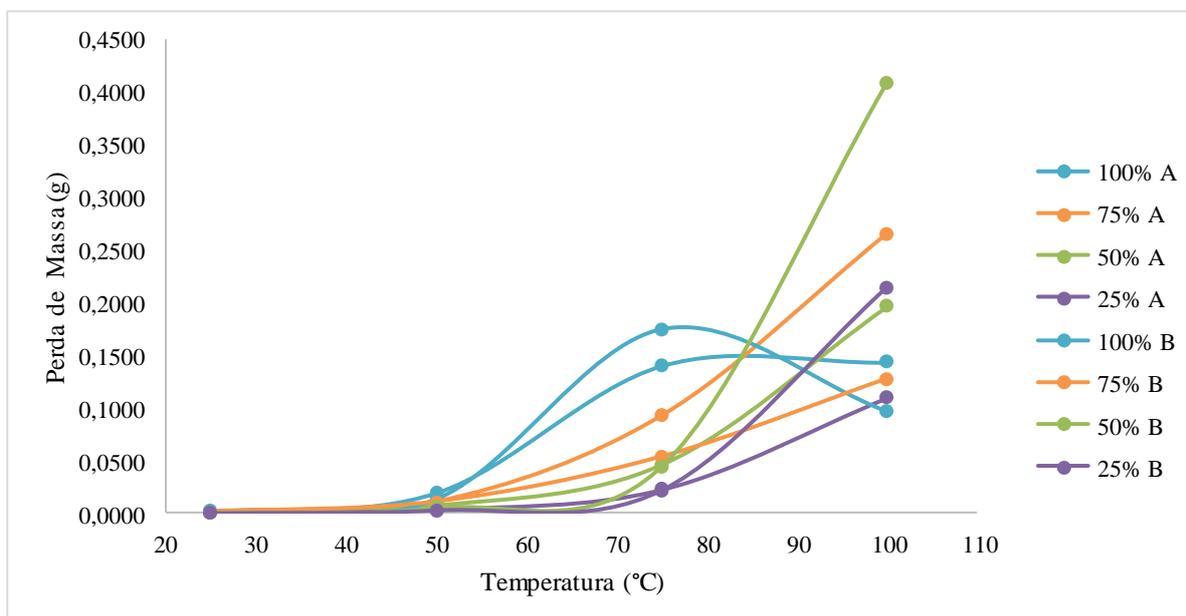
Figura 2 – Perda de massa com o tempo.



Na Figura 2, pode-se notar que para duas placas semelhantes (A e B) a perda de massa aumenta com o tempo de imersão nas soluções ácidas, esse aumento ocorre também na medida que aumenta a concentração das soluções de imersão. Fato este, decorrente da reação entre a superfície do metal e a solução em estudo. O brilho obtido no polimento é decorrente do aumento do nível de equilíbrio de $AlPO_4$ e H_2O nessa reação. Segundo Soares (2017), para que o polimento químico tenha uma boa qualidade, é necessário o controle de algumas variáveis como composição, temperatura e tempo de imersão. A variável de operação que pode ser uma das três variáveis em análise, poderá ser alterada com o objetivo de controlar o nível de equilíbrio dos componentes $AlPO_4$, H_2O e H_3PO_4 . Tal variável pode afetar o nível de equilíbrio destes componentes na reação e a sua direção, ou seja, se seu nível de equilíbrio na reação irá aumentar ou diminuir. Como consequência desse aumento ou diminuição ocorre a formação do brilho.

A Figura 3 mostra a perda de massa em função da temperatura das soluções ácidas.

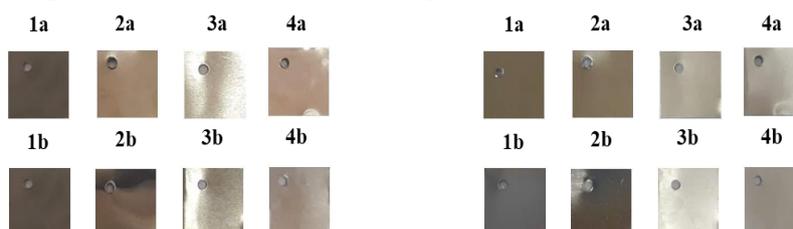
Figura 3 – Perda de massa com a temperatura.



A Figura 3, mostra que a perda de massa do material em análise aumenta com o aumento da temperatura da solução de imersão. Isso se deve ao aumento da velocidade da reação, promovendo um ataque mais rápido ao alumínio. Nesse caso, o brilho obtido no polimento possivelmente é decorrente do aumento do nível de equilíbrio de $AlPO_4$ e uma redução no nível de equilíbrio de H_2O decorrente desta reação. De acordo com Soares (2017), a temperatura da solução e o tempo de imersão também podem ser usados para reduzir o nível de $AlPO_4$ na solução. Ou seja, quando a solução de imersão atinge seu limite de $AlPO_4$ (nível recomendado de 10 –12% $AlPO_4$) em relação a qualidade. São feitos reajustes na variável de operação (variável em análise) para melhorar a qualidade em relação ao aspecto da placa. Problemas suplementares também ocorrem quando há um aumento adicional de $AlPO_4$.

A melhor condição de uniformidade e brilho foi obtida com os corpos de prova em solução a 75°C com um tempo de imersão de 5,0 minutos. A Figura 4 mostra a imagem dos corpos de prova antes e após serem submetido o polimento químico.

Figura 4 – Fotografias das chapas antes (esquerda) e após (direita) a etapa de polimento na temperatura de 75 °C em um tempo de imersão de 5,0 minutos.



Visualmente verificou-se uma mudança mais acentuada em relação à uniformidade e ao brilho com o aumento da temperatura, atingindo um aspecto quase espelhado a 75°C. A



literatura relata que estes níveis de brilho geralmente são associados ao aumento do nível de equilíbrio de $AlPO_4$, e uma redução no nível de equilíbrio de H_2O na reação, conforme citado anteriormente. De acordo com Gentil (2012), quando o alumínio reage com íons H^+ contidos na solução ácida, ocorre o consumo de tais íons de forma que a superfície do material metálico eleva seu pH, ocasionando assim, a formação de $Al(H_2PO_4)_2$ solúvel, para que então, quando o pH estiver entre 4 – 5, formar partículas de $AlHPO_4$ insolúvel, estas se deposita na superfície do metal em forma de cristais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A perda de massa do alumínio aumenta com o aumento das variáveis tempo de imersão em solução ácida, a temperatura e a concentração da solução.

Em relação ao aumento do tempo de imersão, a reação proporciona uma mudança superficial sutil e uma pequena melhoria no brilho e uniformidade.

O aumento da temperatura promove o brilho e homogeneidade de forma mais rápida. Porém, pode ocasionar um demasiado ataque ao alumínio se esta não for bem controlada, o que acaba por manchar sua superfície e ofuscar seu brilho.

A concentração da solução de imersão também é um fator relevante. Em relação ao aspecto e brilho, para soluções com concentrações equivalentes a 25 % e 50 % à temperatura de 100 °C obteve-se bons resultados, de modo semelhante à temperatura de 75 °C nessas mesmas concentrações. Já na solução equivalente a 75 % e 100 % na temperatura de 75°C, o aspecto observado é extremamente liso e com brilho aproximadamente espelhado.

5. REFERÊNCIAS

GENTIL, V. *Corrosão*. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos. 2012. 360 p. ISBN 9788521618041.

MENEGHESSO, A. A.. Alumínio: tipos de acabamento. *C & P*, Brasil, p.32-33, Agosto de 2006.

SKOOG, DOUGLAS A.; WEST, DONALD M.; HOLLER, F. JAMES; CROUCH, STANLEY R.. *Fundamentos de Química Analítica*. Tradução da 8ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 999 p.

SKUBAL D. R.; WALTERS, L. R.. Chemical polishing of aluminum coupons in support of vacuum chambers. *Vacuum: Rapid Communication in Vacuum, Plasma, Surface and Materials Science*. Estados Unidos, 4 de março de 2013. p. 1-6.

SOARES, P. R. O.. *COMO ANODIZAR OU PINTAR ALUMÍNIO COM QUALIDADE*: Abrilhantamento Químico do Alumínio. 2017. Disponível em: <<https://anodizarpintaraluminio.blogspot.com/2017/06/abrilhantamento-quimico-do-aluminio.html>>. Acesso em: 12 de novembro de 2018.