

Guia de Orientação e Instrução de Peças de Alumínio e suas Ligas Anodizáveis pela Anodont. Anodização Dura, Decorativa, Bicromatização e Gravação a Laser

Guia elaborado por:

Euzane Rocha - CRQ 0416652

Técnica Química - ETEC/Taquaritinga

Graduação em Química - USP/RP

Mestrado na área de Química - USP/RP

Experiência em laboratório, ensino e pesquisa

Anodização

O processo de anodização do alumínio e suas ligas pode apresentar etapas distintas conforme as características do produto final desejado, sendo ele, fosco ou brilhante, natural ou colorido, para fins arquitetônicos ou técnicos. No entanto, em linhas gerais, apresentam as seguintes etapas:

- **Recebimento:** se inicia com o transporte e recebimento para execução do serviço solicitado. Este processo deve ser feito de forma adequada para que não haja risco e danificação da peça a ser trabalhada.
- **Pré-tratamento:** é feito com finalidade de melhorar o aspecto da superfície do material a ser anodizado eliminando eventuais defeitos, impurezas e sujidades. O pré-tratamento pode ser composto por uma ou mais destas etapas - *tratamento mecânicos* (jateamento, tamboreamento, brunimento, polimento mecânico, afinamento, lustração, escovamento mecânico e lixamento); *desengraxe* (ácido, alcalino ou com solventes); *fosqueamento* e *neutralização*.
- **Lavagem:** limpeza com água após cada etapa.
- **Anodização:** processo eletroquímico que promove a formação de uma camada protetiva contra corrosão, conferindo maior dureza e resistência ao alumínio e suas ligas.
- **Coloração:** eletrolítica ou orgânica, aplicável apenas quando solicitado.
- **Selagem:** processo frio ou quente que promove o fechamento dos poros no alumínio anodizado permitindo a proteção da camada anódica.
- **Inspeção da qualidade e embalagem:** nesta etapa é feita a avaliação do produto final, no que diz respeito à ausência de manchas, riscos e defeitos superficiais provenientes do processo de anodização. E ainda, as peças aprovadas devem ser embaladas de forma que não tenham contato entre si, para que não ocorra riscos e/ou defeitos no processo de transporte.

Ligas de alumínio anodizáveis

O alumínio é um metal com considerável abundância na crosta terrestre, altamente reativo e facilmente moldável permitindo a produção de diferentes ligas metálicas. No entanto, nem todas as ligas metálicas de alumínio são indicadas para o processo de anodização.

As ligas da série 1000, são ligas com 99% de pureza e são as ligas que melhor reagem ao processo de anodização apresentando alto brilho. Já as ligas fundidas não são trabalháveis, pois podem apresentar defeitos de manchas e furos na superfície da peça.

Ligas indicadas pela Norma ABNT NBR 12609:

- a. **Perfis e tubos extrudados** ligas 6060, 6061 e 6063 ou 7011.
- b. **Laminados** ligas 1050, 1100 ou 3105 de têmperas H14 ou ligas 3004, 5005, 5052 ou 5357 têmperas H14 ou H34.

Comportamento e aplicações de algumas ligas:

Liga	Características	Aplicações
6060 e 6063 T6	Média resistência mecânica, alta resistência à corrosão, boa conformabilidade, apropriada para anodização decorativa.	Perfis para construção civil, caixilharia, móveis e iluminação.
6262	Alta resistência mecânica e boa resistência a corrosão, ótima usinabilidade, apropriada para anodização decorativa.	Peças usinadas em torno automático.
1100	Baixa resistência mecânica, alta resistência a corrosão, boa conformabilidade, apropriada para anodização decorativa.	Chapas, utensílios domésticos, luminárias, painéis decorativos.

Cores catalogadas Anodont®

A Anodont® conta com a disponibilidade de 28 cores disponíveis em seu catálogo (Figura 1), além de desenvolver cores e tonalidades de acordo com sua necessidade de cada cliente, sob consulta.

É válido destacar que a coloração pode variar em pequenas diferenças de tonalidade e brilho dependendo da liga, têmpera e/ou acabamento desejado. Garantimos apenas, a semelhança de coloração entre peças de um mesmo lote e/ou pedido, desde que todas as peças se encontrem em mesmas condições de liga, têmpera e acabamento.



ROXO - 028



LARANJA - 025



AMARELO - 007



AZUL - 026



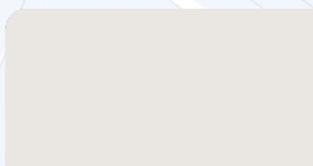
AZUL - 020



AZUL - 003



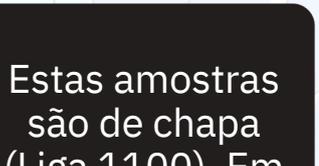
VERDE LIMÃO - 027



BRANCO BRIL. - 009



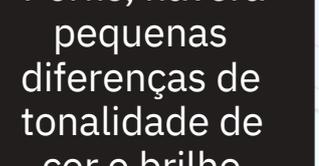
BRANCO JAT. ELET. - 010



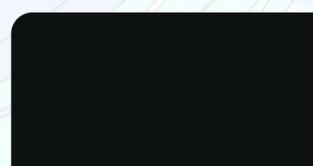
BRONZE - 022



BRONZE - 014



PRETO BRILHO - 013



PRETO JAT. ELET. - 017

Estas amostras
são de chapa
(Liga 1100). Em
Perfis, haverá
pequenas
diferenças de
tonalidade de
cor e brilho



Figura 1. Catálogo de cores Anodont[®]



Controle de Qualidade

A Anodont[®] é uma empresa responsável e que se preocupa com a entrega de produtos de qualidade seguindo todas as normas vigentes e estabelecidas neste

ramo. Assim, para o Controle de Qualidade das peças por nós produzidas são realizadas conforme a Norma ABNT NBR 12609 vigente, avaliando:

- a. **Espessura da camada anódica:** o produto final acabado deve atender a classificação de espessura mínima em função do ambiente típico de aplicação, como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Espessura da camada anódica para seus respectivos fins.

Classe*	Espessura da Camada Anódica	Ambiente Típico	Nível de Agressividade
A13	11 a 15 μm	Urbano ou rural	Baixa - média
A18	16 a 20 μm	Litorâneo**	Alta
A23	21 a 25 μm	Industrial/marítimo	Excessiva
A50***	40 a 60 μm	Fins Técnicos	Excessiva

*Os números que sucedem a letra "A", são valores médios da camada anódica.
**O ambiente marítimo abrange somente prédios frontais ao mar sujeitos à névoa salina. Áreas marítimas mais internas são consideradas litorâneas.
***Anodização dura, conforme a Norma ABNT 14231

- b. **Selagem da camada anódica:** qualifica a condição da camada anódica. A Norma ABNT NBR 12613 propõe o método de absorção de corantes para classificação da camada anódica expressa o resultado em função da intensidade da macha e deve ser indicada em uma graduação de valores de 0 a 5, onde 0 corresponde a ausência de cor e 5 à intensidade máxima de cor. A selagem da camada anódica deve ser expressa como nula, muito fraca, fraca, média, forte ou total, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Intensidade da mancha e selagem da camada anódica. Referência: NBR 12613:2006

SOLUÇÃO AZUL 2LW	SOLUÇÃO VERMELHO B3LW	INTENSIDADE DA MANCHA	SELAGEM
		5	Nula
		4	Muito Fraca
		3	Fraca
		2	Média
		1	Forte
		0	Total

- c. **Corrosão à nevoa salina acética:** analisa sinais de corrosão no produto final.
- d. **Solidez a Luz:** verificação da mudança de cor a olho nu da amostra comparada à um padrão predeterminado.
- e. **Microdureza:** avaliação da dureza para garantia do desempenho das peças e ou equipamentos quanto aos desgastes superficiais.
- f. **Acabamento:** Considera-se defeitos superficiais quando é notado a presença de riscos, rugosidade, manchas de bolha de ar e linhas provenientes do processo de fabricação; manchas, faixas, linhas de caldeamento e veias

reveladas após o processo de anodização; atritos, arranhões e pequenas marcas provenientes ao manuseio, movimentação e transporte.

- g. Tonalidade:** variações de tonalidade são normais e intrínsecas ao processo de anodização. Ou seja, pode haver variação de cor, dentro de um mesmo padrão de cor, devido às interferências de têmpera, elementos da liga e/ou acabamento.

Uso e manutenção

Uma peça anodizada, quando utilizada de forma correta e mantendo seus cuidados e manutenção, pode durar anos. No entanto, é de extrema importância seguir as seguintes orientações:

- No transporte, manter as peças embaladas para evitar riscos e atritos.
- Na montagem, evitar uso de morsas. A mesa deve ter forros de borracha, EVA ou pano de malha espessa e macia, por exemplo.
- Nunca usar produtos alcalinos, a base de soda (sabão, limpa alumínio, desengordurantes como veja multiuso, entre outros).
- Nunca usar produtos ácidos como o ácido clorídrico, ou ainda substâncias oxidantes como a água oxigenada (os mesmos usados na esterilização de instrumentais de inox).
- Nunca utilizar clorexidina e antissépticos que a contenha em sua formulação.
- Não utilizar hipoclorito de sódio (água sanitária) para limpeza e assepsia de superfícies anodizadas.
- Não utilizar ferramentas e/ou outros meios mecânicos que venham danificar permanentemente a camada anódica como por exemplo, facas, lixas, palha de aço, entre outros.

- Recomenda-se a limpeza das superfícies anodizadas com a utilização de álcool isopropílico e/ou detergentes neutros (normalmente, de cor amarela), utilizando esponja macia (lado amarelo, por exemplo) e panos limpos e macios.
Nota: A limpeza inadequada ou com produtos incorretos pode prejudicar a camada anódica e coloração causando manchas, escurecimento e corrosão.

Garantia da Qualidade

A Anodont[®] possui controle de processo e qualidade em cada uma das etapas do processo de anodização. No entanto, a garantia da qualidade das peças anodizadas pela Anodont[®] neste instrumento não será aplicável nas seguintes hipóteses:

- 1. Quando a liga do alumínio não for a indicada para uso arquitetônico conforme especificado na Norma ABNT NBR 12609 e indicadas pela Anodont[®].**
- 2. Por manchas e descoloração localizadas nos casos em que houver evidência que:**
 - a. Foram causadas por defeitos no material e/ou de liga, como por exemplo, estrias, faixas de segregação, contaminação, faixa de constituintes.
 - b. Foram causadas por produtos químicos, ou produtos de limpeza inadequados, agressivos à camada anódica.
 - c. Foram utilizados produtos abrasivos para remoção de sangue e esterilização inadequada.
 - d. Foram causadas por produtos de construção, tais como: argamassa, cimento, massa de reboco e resíduos aquosos destes materiais (infiltração de laje), bem como produtos ácidos, utilizados em limpeza de fachadas e pisos cerâmicos.
- 3. Corrosão por *pitting* quando houver evidência que:**
 - a. Foi iniciada em locais onde houver fissuras na camada anódica, devido à batidas e riscos localizados.

- b. Não houve limpeza adequada e/ou foi causada por produtos químicos, ou produtos de limpeza inadequados, agressivos a camada anódica conforme mencionado no item “**Uso e Manutenção**”.
 - c. Quando a camada anódica especificada for inadequada ao recomendado para seu ambiente típico, conforme indicado na Norma ABNT NBR 12609.
 - d. Quando o local for de excessiva agressividade, fora dos ambientes típicos normais de garantia, tal como, exemplificativamente, fábrica de produtos químicos com condensação ácida.
- 4. Os serviços de anodização foram prestados também por outro fornecedor de beneficiamento.**



Considerações Importantes

1. Alteração de cor

Com manutenção adequada, a camada protetiva formada no processo de anodização pode durar tempo indeterminado. No entanto, superfícies anodizadas e coloridas podem sofrer alterações de cor em função das condições do meio, principalmente às superfícies coloridas com corantes orgânicos.

Cada coloração apresenta propriedades físicas e químicas uma distinta da outra. Neste sentido, existe cores com maior solidez à luz e estabilidade térmica e outras com menos. Em outras palavras, existem cores que podem se alterar mais facilmente que outras devido à exposição à luz e elevada temperatura, pois estes fatores aceleram o processo de alteração da cor e que, em condições agressivas, podem manchar e/ou desbotar.

Corantes com baixa solidez à luz e baixa resistência ao calor **não** são indicados para ambientes externos, sendo sua cor facilmente alterada em ambientes externos com intempéries. De modo geral, para cada fins, indica-se um tipo de corante, para tanto é necessário consultar nossa equipe a disponibilidade de cores.

2. Materiais anodizados autoclaváveis

Existe diversos procedimentos/modos de esterilização de materiais e o método aplicado deve-se levar em consideração as características dos materiais esterilizados.

A Norma NBR ISO 13402, “Instrumentais cirúrgicos e odontológico – Determinação da resistência à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica” do tópico “Ensaio de corrosão em autoclave” sugere:

1. Colocar o material não embrulhado a ser esterilizado dentro da autoclave.
2. Autoclavar o material utilizando água de deionizada, ou destilada (qualidade 3, Norma ISO 3696:1987) sob um ciclo de 3 min a 134 °C e 0,22 MN.m².
3. Após o ciclo, desligar a autoclave, abrir a porta, remover a bandeja e deixar o conteúdo esfriar à temperatura ambiente.
4. Avaliar a presença de manchas e/ou danos de corrosão ao material.

O ensaio acima é regularmente realizado em nossa unidade com corpos de prova e não é constatado a presença de quaisquer manchas ou danos no material anodizado. Deste modo, seguindo apenas esta Norma NBR ISO 13402, asseguramos a qualidade do produto.

Nota: A esterilização utilizando peróxido de hidrogênio (H₂O₂, água oxigenada), clorexidina e antissépticos que a contenha em sua formulação agredem a camada anódica provocando manchas e degradação do material.

Advertência

Para que se preserve a Qualidade de uma peça anodizada deve-se cumprir todos os requisitos, desde a liga correta à embalagem e transporte, bem como a escolha da coloração conforme as propriedades físicas e químicas dos corantes. Neste sentido, a Anodont® se abstém de quaisquer problemas de peças anodizadas fora da indicação adequada, tornando a responsabilidade exclusiva do solicitante do serviço.



Referências

ABAL – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO. Tratamento de superfície do Alumínio e suas ligas. Vol 1, p. 1 - 209, Jan 2021.

MENEGHESSO, A. A.; GRACCIOLLI, J. I. Noções básicas sobre processo de anodização do alumínio e suas ligas. **Rio de Janeiro: Corrosão & Proteção**, 2006 - 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12609: Alumínio e suas ligas — Tratamento de superfície — Requisitos para anodização para fins arquitetônicos**. 6ª Ed. p. 8. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14231: Alumínio e suas ligas — Tratamento de superfície — Anodização dura para fins técnicos — Requisitos**. 3ª Ed. p. 5. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12613: Alumínio e suas ligas — Tratamento de superfície — Determinação da selagem de camadas anódicas — Método de absorção de corantes**. 3ª Ed. p. 3. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 13402: Instrumentais cirúrgico e odontológico - Determinação da resistência à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica**. 1ª Ed. p. 4. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR ISO 13851: Instrumentais cirúrgico e odontológico - Resistência à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica – Requisitos gerais**. 1ª Ed. p. 2. 1997.

International Organization for Standardization. **ISO 3696: Water for analytical laboratory use — Specification and test methods**. 1ª Ed. p. 5. 1987.

Notas:

¹A Anodont® orienta que quaisquer conteúdos citados proveniente das Normas Técnicas sejam relidos e estudados no documento original, pois as mesmas podem sofrer atualizações devido sua revisão ou cancelamento.

²Guia produzido para fins informativos. Os conteúdos apresentados são informações oriundas de trabalhos teóricos e empíricos.



Clique nos ícones para acessar



www.anodont.com.br

Rua: Campinas, 2346
Vila Elisa - CEP: 14075-070
Ribeirão Preto - SP

PABX: 16 - 3628-7018
anodont@anodont.com.br