



# MÉTODOS DE ENSAIO E EXIGÊNCIAS DESCRITAS NAS DIRETIVAS QUALANOD

Nuno Garcia

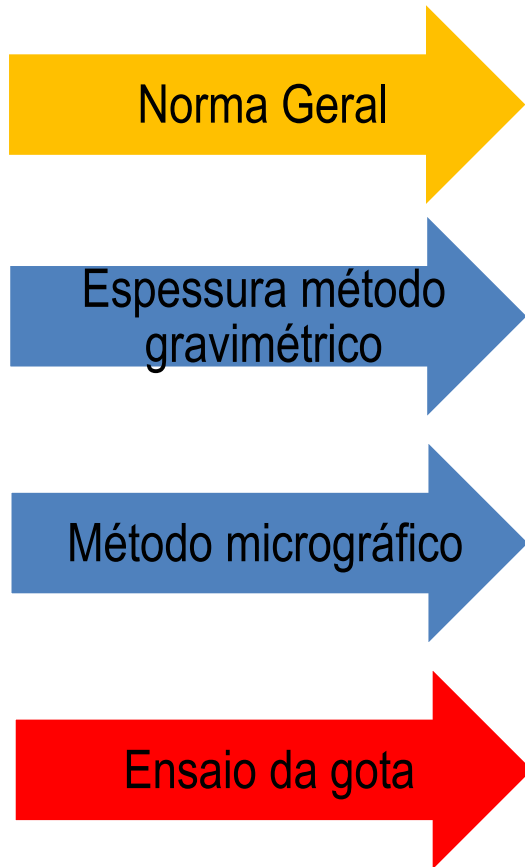


# MÉTODOS DE ENSAIO E EXIGÊNCIAS DESCRITAS NAS DIRETIVAS QUALANOD

Explicar e demonstrar os ensaios mais frequentes no controlo de qualidade da produção e inspeção (pontos críticos)

# Objetivos

- Apresentar resumidamente as normas obrigatórias para as diretivas da QUALANOD.
- Descrição dos ensaios mais frequentes numa anodização.
- Pontos críticos na execução dos ensaios.
- Boas praticas laboratoriais.
- Inspeções da QUALANOD, método e ensaios.
- Demonstrar a execução dos ensaios com simulação dos pontos críticos e seus efeitos.



NORMAS OBRIGATÓRIAS PARA AS DIRECTIVAS QUALANOD		
Nº	TÍTULO	DIRECTIVAS
EN 12373-1:2001 (NP EN 12373-1:2001)  ISO 7599:2010	Alumínio e ligas de alumínio - Anodização - Parte 1: Método de especificação das características dos revestimentos decorativos e de protecção obtidos por oxidação anódica dos revestimentos do alumínio. <i>Anodização do alumínio e suas ligas – Especificações gerais para os revestimentos de oxidação anódica do alumínio.</i>	2.1
EN 12373-2: 1998 (NP EN 12373-2: 2001)  ISO 2106*	Alumínio e ligas de alumínio - Anodização - Parte 2: Determinação da massa por unidade de superfície dos revestimentos de oxidação anódica - Método gravimétrico. <i>Anodização do alumínio e suas ligas – Determinação da massa por unidade de superfície (densidade da superfície) dos revestimentos de oxidação anódica - Método gravimétrico.</i>	2.2.2 b)
EN 12373-3: 1998 (NP EN 12373-3: 2001)  ISO 2128:2010	Alumínio e ligas de alumínio - Anodização - Parte 3: Determinação da espessura dos revestimentos de oxidação anódica - Método não destrutivo com o microscópio de corte óptico. <i>Anodização do alumínio e suas ligas – Determinação da espessura dos revestimentos de oxidação anódica - Método não destrutivo com o microscópio de corte óptico.</i>	2.2.1 b)
EN 12373-4: 1998 (NP EN 12373-4: 2001)  ISO 2143:2010	Alumínio e ligas de alumínio - Anodização - Parte 4: Apreciação da perda do poder absorvente dos revestimentos de oxidação anódica após colmatagem por ensaio com a gota de corante com pré-tratamento ácido. <i>Anodização do alumínio e suas ligas – Apreciação da perda do poder absorvente dos revestimentos de oxidação anódica após colmatagem - Gota de corante com pré-tratamento ácido.</i>	2.3.1

Ensaio da admitância

Ensaio da perda de massa\*

Ensaio de abrasão

Ensaio do corte micrográfico

Ensaio da espessura

Ensaio luz artificial  
Terminologia  
Nevoeiro Salino

EN 12373-5: 1998 (NP EN 12373-5: 2001)	Alumínio e ligas de alumínio - Anodização - Parte 5: Verificação da qualidade da colmatagem dos revestimentos de oxidação anódica por medição da admitância.	2.3.2
ISO 2931: 2010	<i>Anodização do alumínio e suas ligas – Verificação da qualidade da colmatagem dos revestimentos de oxidação anódica por medição da admitância.</i>	
EN 12373-7: 2002 (NP EN 12373-7: 2001)	Alumínio e ligas de alumínio - Anodização - Parte 7: Verificação da qualidade da colmatagem dos revestimentos de oxidação anódica por determinação da perda de massa após imersão em solução de ácido fosfórico/ácido crômico com prévio tratamento ácido.	2.3.3
ISO 3210: 2010	<i>Anodização do alumínio e suas ligas – Verificação da qualidade da colmatagem dos revestimentos de oxidação anódica por determinação da perda de massa após imersão em solução de ácido fosfórico/ácido crômico</i>	
EN 12373-9: 1998 (NP EN 12373-9: 2001)	Alumínio e ligas de alumínio - Anodização - Parte 9: Determinação da resistência ao desgaste e do índice de desgaste dos revestimentos de oxidação anódica por ensaio com a roda abrasiva.	2.4.2
ISO 8251*	<i>Anodização do alumínio e suas ligas – Determinação da resistência à abrasão dos revestimentos de oxidação anódica.</i>	
ISO 1463:2003 (NP EN ISO 1463: 1998)	Revestimentos metálicos e óxidos - Medição da espessura do revestimento - Método do corte micrográfico.	2.2.2 a) 2.2.3
ISO 2360: 2003 (NP EN ISO 2360: 2001)	Revestimentos não condutores sobre metais de base não magnéticos. Medição de espessura do revestimento. Método das correntes de Foucault, (amplitude-sensitiva)	2.2.1 a)
ISO 2135: 2010	Anodização do alumínio e suas ligas - Ensaio acelerado de solidez à luz artificial das camadas anódicas coloridas utilizando luz artificial.	2.5
ISO 7583: 1986 (NP 3925: 1994)	Anodização do alumínio e suas ligas – Terminologia	-----
ISO 9227: 2006	Ensaio de corrosão em atmosferas artificiais - Ensaio ao nevoeiro salino.	2.6

# Ensaio da espessura (ISO 2360)

- Princípio:
  - A sonda deteta a distância entre a sonda e um material condutor (alumínio) por comparação com um padrão de espessura conhecida.
  - É importante ter um contacto perfeito entre a sonda e a superfície do revestimento anódico para que essa distância seja equivalente à espessura do revestimento anódico.
  - No caso de perfis ou acessórios de forma especial pode medir a espessura nas barras das suspensões ou introduzir no bastidor um perfil de forma regular da mesma liga de alumínio para se fazerem os ensaios (espessura, gota, admitância, abrasão e a perda de massa), registar a ocorrência.

# Ensaio da espessura (ISO 2360)

- A forma de funcionamento depende do equipamento.
- Notas importantes relativas à calibração:
  - Calibrar com pelo menos 2 padrões, padrão de zero (base não revestida) e um padrão conhecido (classe 10 ou 20).
  - Fazer 5 medições em cada ponto de calibração, salvo se as instruções do equipamento forem diferentes.
  - Evitar usar telemóveis junto dos equipamentos durante o seu uso.
  - Renovar anualmente os padrões (depende da frequência das calibrações e da estabilidade do equipamento).
  - Calibrar nas mesmas condições de temperatura de funcionamento.

# Ensaio da gota (ISO 2143)

- Princípio:
  - Avalia a capacidade de absorção de corantes pelo revestimento.
  - Quanto mais bem selado estiver (mais colmatado), mais fechado será o poro e menos cor será absorvida pelo revestimento.
- Nas superfícies curvas ou ligeiramente inclinadas pode usar algodão embebido nas soluções.
- Nos perfis pequenos pode ser cortado um provete e fazer o ensaio na ponta por imersão.
- Ensaio rápido e económico.



# Ensaio da gota (ISO 2143)

- Ensaio qualitativo.
- **Respeitar os tempos de ensaio.**
- A mancha de cor não pode ser superior a 2.
- **É importante manter o pH da solução corante dentro dos parâmetros (verificar mensalmente).**
  - Se o pH for menor a solução é mais agressiva.
  - Se o pH for maior a solução é menos agressiva.

# Ensaio da admitância (ISO 2931)

- Princípio:
  - Admitância é o inverso da resistência.
  - O ensaio é a medição da resistência elétrica do revestimento.
  - O alumínio é um condutor elétrico e o revestimento é um isolante com poros. Quanto mais colmatado estiver o revestimento mais isolante está (tem maior resistência) e menor será o valor de admitância.
- Tem de ser realizado no prazo de 1 a 4 horas após colmatagem e nunca depois das 48 horas.
- Nas superfícies curvas, oblíquas ou verticais pode usar dentro da argola algodão embebido na solução.

# Ensaio da admitância (ISO 2931)

- É um ensaio quantitativo, mais demorado e necessita de efetuar cálculos.
- Usa outros equipamentos, termómetro e aparelho de espessuras.

$$Y_{20} = \frac{Y_{mes} \times f \times e}{20}$$

$Y_{mes}$  = Admitância medida

$$f = -0,02 \times Temp + 1,5$$

$e$  = espessura

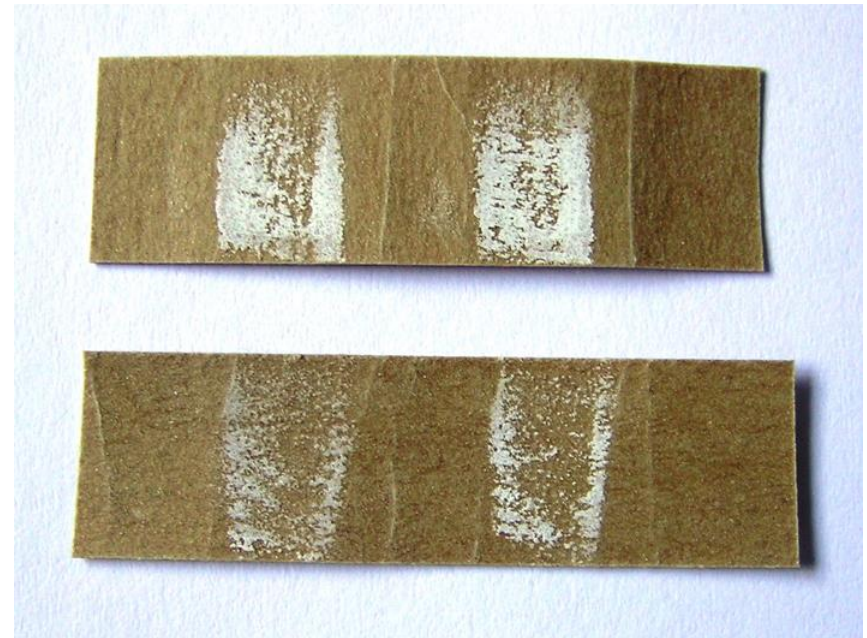
Temperatura (°C)	Espessuras (µm)					
	5	10	15	20	25	30
10	62	31	21	15	12	10
15	67	33	22	17	13	11
20	73	36	24	18	15	12
25	80	40	27	20	16	13
30	89	44	30	22	18	15
35	100	50	33	25	20	17

# Ensaio de abrasão (diretivas)

- Notas importantes:
  - Dimensões da borracha 6 a 8 mm espessura com cerca de 30 por 40 mm (borracha escolar).
  - Papel de lixa de vidro grão (grade 00) densidade (grit 240), com 12 mm de largura por 150/200 mm.
  - 10 movimentos de vai vem (duplos) com 25 a 30 mm
- Em caso de litigio ou dúvida o ensaio de referência é o ensaio da roda abrasiva (ISO 8251) comparação com um padrão.

# Ensaio de abrasão (diretivas)

- Ao utilizar o método um depósito denso de pó branco indica que o revestimento anódico é mais mole do que o abrasivo pelo que, nestas circunstâncias, **a peça deve ser rejeitada.**



# Ensaio da perda de massa (ISO 3210)

- Princípio:
  - O revestimento de oxidação anódica do alumínio não colmatado dissolve-se rapidamente em meio ácido enquanto um revestimento bem colmatado resiste a uma longa imersão sem ataque apreciável.
- É importante respeitar os tempos de ensaio e a temperatura. Variações na temperatura e na agitação afeta o desempenho do ataque ácido.
  - Sem agitação, provoca um gradiente de temperatura e ataque.
  - Temperatura baixa reduz o ataque.
  - Temperatura alta aumenta o ataque.

# Ensaio da perda de massa (ISO 3210)

- Amostras:
  - Cortar idealmente 1 dm<sup>2</sup>, mas nunca menos de 0,5.
  - Perfil fechado de pequenas dimensões deve-se tapar os topos.
  - Perfil fechado de grandes dimensões soma-se a área exterior com a área interior.
- Ensaio:
  - Não deixar os provetes encostados uns aos outros dentro das diferentes soluções.
  - Se estiverem muitos provetes no exsicador, aumentar o tempo.

# Medição do pH

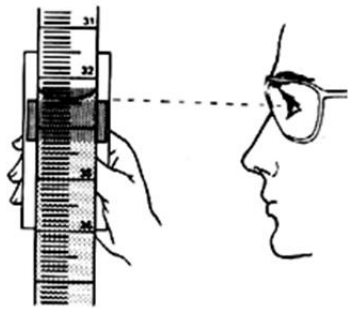
- Depende da forma de funcionamento do equipamento.
- Pontos principais:
  - Calibrar com pelo menos com 2 padrões de pH conhecido.
  - Lavar com água destilada e secar com papel absorvente sempre que se muda de padrão (durante a calibração) e as amostras.
  - Nunca virar os electrodos ao contrario.
  - Renovar periodicamente as soluções padrão (depende da frequência das calibrações e da estabilidade do equipamento).



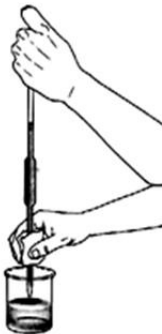


# Uso de buretas e pipetas

Leituras do menisco na horizontal e com a bureta/pipeta na vertical

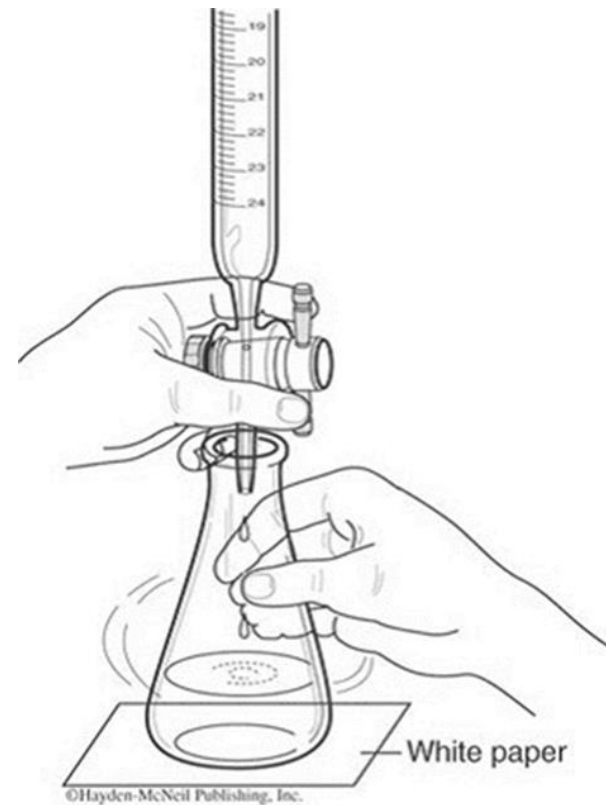


Verificação do Menisco

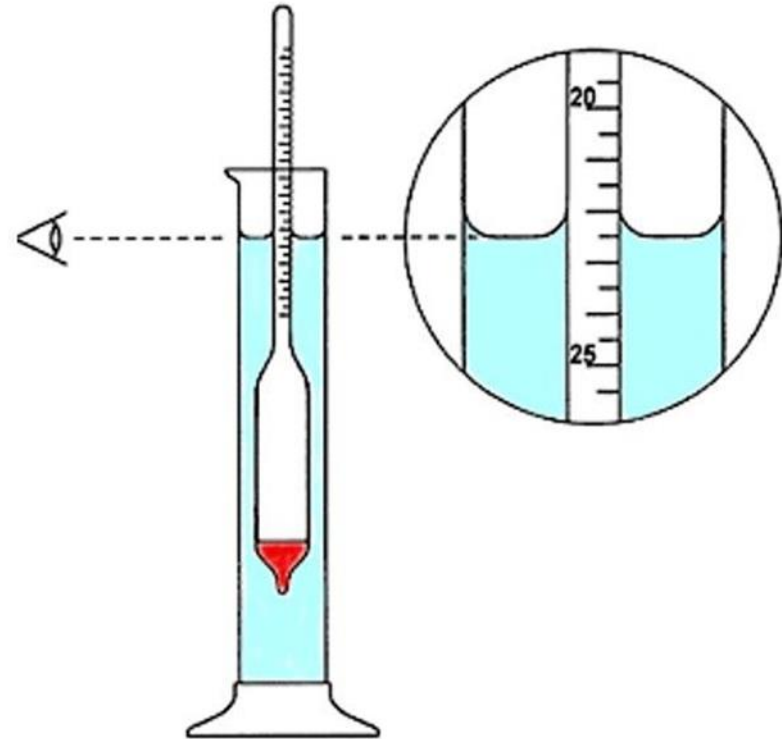
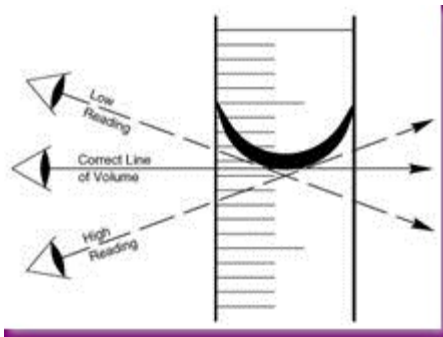


Utilização da Pipeta

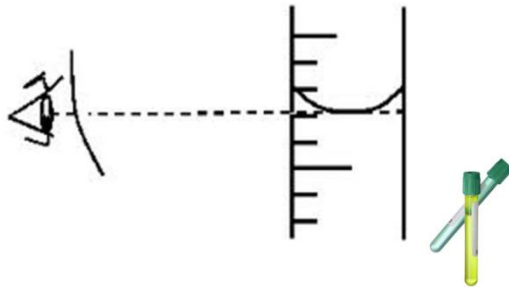
Fundo branco para melhor observação da viragem do pH



# Outros reparos relativos à leitura do menisco em vários equipamentos



## Menisco



# Inspeções da QUALANOD

- São selecionados pelo menos 30 perfis, podem ser do mesmo ou de vários lotes.
  - Ensaio de espessura em todos.
  - Ensaio da admitância ou gota em todos.
  - Abrasão só nos lotes de classe 20 ou 25.
  - Perda de massa, pelo menos 1, escolhido com base nos resultados dos ensaios anteriores, pode ser realizado na fabrica ou no LNEC.
- Verificação de equipamentos:
  - Balança (verificação com massas calibradas).
  - Aparelhos de espessura.
  - Aparelho de admitância.
- Verificação de registos:
  - Ensaio do controlo de produtos, espessuras, gota, admitância, abrasão e perda de massa.
  - Análises aos banhos, acetinagem, anodização e colmatagem.



**Feliz Natal e um Próspero Ano Novo**