

Influência da linha de preparação na galvanoplastia sobre as
principais características da camada de cromo duro
eletrodepositada sobre Alumínio

Cristian José Giongo ⁽¹⁾
Matrícula: 0664 / 93 - 1

Dra. Jane Zoppas Ferreira ⁽²⁾

Trabalho de Diplomação

(1) Aluno de Graduação em Engenharia Metalúrgica

(2) Professora Orientadora

Porto Alegre, fevereiro de 1999

AGRADECIMENTOS	1
1 - Introdução	2
2 – Objetivos	3
3 – Revisão Bibliográfica	4
3.1 - Pré-tratamento	4
3.1.1 – Pré-tratamento mecânico	4
3.1.2 – Pré-tratamento químico	4
3.1.2.1 - Tipos de desengraxantes.....	4
3.1.2.1.1 - Solventes orgânicos.....	5
3.1.2.1.2 - Desengraxantes ácidos.....	5
3.1.2.1.3 - Desengraxantes alcalinos	6
3.1.2.2 - Fatores determinantes na escolha do desengraxante.....	6
3.1.2.3 - Fatores que afetam a ação dos desengraxantes.....	6
3.1.3 – Pré-tratamento eletrolítico.....	7
3.1.4 – Decapagem e neutralização	7
4 – Prática	9
4.1 - Características analisadas	9
4.1.1 – Aderência.....	10
4.1.1.1 - Macro aderência (SWN 43655 - Parte 2).....	10
4.1.1.2 - Micro aderência (SWN 43655 - Parte 2).....	10
4.1.1.3 - Teste do anel (SWN 43655 - Parte 1).....	10
4.1.2 – Densidade de Trincas	12
4.1.3 – Dureza	12
4.1.4 – Resultados após brunimento.....	12
4.2 - Testes realizados na linha de preparação	13
4.2.1 – Cromagem sem a utilização do desengraxante	
alcalino	14

4.2.2 – Cromagem sem a utilização da decapagem alcalina	15
4.2.3 – Cromagem sem a utilização da decapagem ácida	16
4.2.4 – Cromagem sem a utilização do zincato	17
4.2.5 – Cromagem utilizando toda a linha de preparação superficial	18
5 – Resultados obtidos	19
5.1 - Aderência	19
5.1.1 - <i>Macroaderência</i>	19
5.1.2 - <i>Mlcroaderência</i>	20
5.1.3 - <i>Teste do anel</i>	20
5.2 - Densidade de Trincas	21
5.3 - Dureza	21
5.4 - Resultados após brunimento	22
6 – Discussão dos resultados	23
6.1 - Aderência	23
6.2 - Densidade de Trincas	24
6.3 - Dureza	25
6.4 - Resultados após brunimento	25
7 – Conclusão	29
Bibliografia	30

1 - Introdução

O seguinte trabalho visa descrever toda a parte prática e teórica realizada e estudada para a realização do trabalho de conclusão de curso de Engenharia Metalúrgica, que apresenta o título " **Influência da linha de preparação na galvanoplastia sobre as principais características da camada de cromo duro eletrodepositada sobre Alumínio**".

Neste trabalho estão descritas grande parte das informações obtidas através da leitura de diferentes livros, bem como a descrição da parte prática e posterior discussão dos resultados obtidos.

2 – Objetivos

Este trabalho tem como objetivo comprovar, na prática o que a teoria apresenta, que vem a ser a grande importância que a linha de preparação superficial em galvanoplastia apresenta sobre as características da camada eletrodepositada .

Utilizando a eletrodeposição de cromo duro sobre alumínio buscou-se verificar qual seria a influência sobre a aderência do cromo eletrodepositado no alumínio, sobre a dureza desta camada, sobre a densidade de trincas existentes nesta camada e outros fatores quando da não utilização de uma ou mais etapas do processo de preparação superficial pré-cromagem.

Posteriormente será realizada a descrição da linha de preparação utilizada durante a parte prática bem como os tipos de produtos e tipos de ensaios realizados.

3 – Revisão Bibliográfica

3.1 - Pré-tratamento

Basicamente pode-se descrever a existência de três tipos de pré-tratamento:

- pré-tratamento mecânico
- pré-tratamento químico
- pré-tratamento eletrolítico

3.1.1 – Pré-tratamento mecânico

Por este tipo de pré-tratamento pode-se entender todos e quaisquer tipos de operações mecânicas realizadas para conduzir uma peça as condições de receber um acabamento superficial orgânico ou inorgânico, eletro ou não depositado.

Dentre os principais pré-tratamentos mecânicos pode-se citar:

- limpeza por jato abrasivo
- esmerilhamento e polimento
- tamboreamento

3.1.2 – Pré-tratamento químico

Normalmente este pré-tratamento é realizado após o pré-tratamento mecânico visando remover todos os tipos de óleos, graxas existentes na superfície da peça para com isso não comprometer os resultados após a galvanização, a pintura, a metalização em relação a aderência da camada depositada.

3.1.2.1 - Tipos de desengraxantes

Basicamente existem três tipos de desengraxantes:

- solventes orgânicos: divididos em diretos, emulsificantes e difásicos
- produtos ácidos
- produtos alcalinos

3.1.2.1.1 - Solventes orgânicos

Utilizados a bastante tempo como desengraxantes. Como exemplo pode-se citar:

- gasolina
- querosene
- tricloretileno

Estes tipos de solventes apresentam grandes vantagens e desvantagens quanto ao seu uso. Entre as quais principalmente:

Vantagens:

- boa dissolução de óleos e graxas

Desvantagens:

- alta volatilidade
- fácil combustão

Para a aplicação pode-se utilizar os mais diferentes métodos, sendo que os principais são:

- imersão das peças no solvente em forma líquida
- exposição das peças ao vapor do solvente
- combinação dos processos de imersão e vapor
- imersão em solventes com aplicação de ultra-som

3.1.2.1.2 - Desengraxantes ácidos

Geralmente utilizados para remoção de crostas nas peças resultantes dos processos de forjamento, tratamento térmico, soldas, produtos de corrosão.

Como agentes desengraxantes pode-se utilizar:

- ácido fosfórico
- ácido sulfúrico
- ácido clorídrico
- ácido nítrico

3.1.2.1.3 - *Desengraxantes alcalinos*

Geralmente utilizados para remoção de óleos e graxas da superfície da peça decorrentes das diferentes etapas ocorridas anteriormente.

Como principais desengraxantes alcalinos pode-se citar:

- hidróxidos
- carbonatos
- silicatos
- boratos

3.1.2.2 - Fatores determinantes na escolha do desengraxante

Para realizarmos a escolha de desengraxante a ser utilizado deve-se analisar:

- a superfície a ser limpa
- a sujeira (tipo) a ser removida
- o grau de limpeza desejado
- o método de aplicação

3.1.2.3 - Fatores que afetam a ação dos desengraxantes

Os principais fatores que afetam a eficiência dos desengraxantes são:

- concentração da solução
- temperatura de trabalho
- contaminação do banho
- tipo e grau de agitação
- tempo de desengraxe
- lavagem posterior

3.1.3 – Pré-tratamento eletrolítico

O desengraxe eletrolítico seria o último estágio na etapa de desengraxe. Com a aplicação de desengraxe eletrolítico realiza-se a limpeza fina das peças fazendo com que se tenha uma deposição isenta de manchas e com boa aderência ao substrato.

Existem três maneiras de realizar esta aplicação:

- desengraxamento anódico
- desengraxamento catódico
- desengraxamento com reversão periódica

3.1.4 – Decapagem e neutralização

Normalmente a decapagem é uma etapa do processo de pré-tratamento que visa obter uma superfície livre de óxidos e de impurezas. Para a realização desta etapa pode-se utilizar soluções ácidas e soluções básicas.

Como principais reagentes para a decapagem ácida pode-se citar:

- ácido clorídrico:
 - remoção de carepas
 - boa velocidade de decapagem
 - apresenta bons resultados
 - perigo de corrosão dos equipamentos

- ácido sulfúrico:
 - apresenta bons resultados a quente (50 °C)
 - boa velocidade de decapagem
 - utilizado como neutralizador após desengraxamentos alcalinos

- ácido nítrico:
 - utilizado em casos especiais (decapagem de peças fundidas de ferro, aço)
 - usado como neutralizador após zincagem e anterior a processos de cromatização

- ácido fluorídrico:
 - utilizado na decapagem de cascas de fundição
 - utilizado como neutralizador após desengraxe alcalino em peças de zamak e alumínio

Pode-se dizer que a remoção de óxidos da superfície da peça é de fundamental importância para a obtenção de um bom acabamento e principalmente resultar em uma boa aderência entre depósito e substrato.

4 – Prática

Para comprovação dos resultados foi realizado um trabalho prático no qual foi realizada a eletrodeposição de cromo duro sobre uma superfície de Alumínio (liga AISi9Cu3 - DIN 1725/2). Tanto foi utilizada a seguinte seqüência no pré-tratamento superficial das peças seguidas dos devidos parâmetros:

- a) desengraxe alcalino / tempo 4 minutos / temperatura 60 °C
- b) decapagem alcalina / tempo 1 minuto / temperatura 60 °C / NaOH
- c) lavagem em 3 tanques de água / tempo 1 minuto / temperatura ambiente
- d) decapagem ácida / tempo 1 minuto / temperatura 30 °C / HF + HNO₃
- e) lavagem em 3 tanques de água / tempo 1 minuto / temperatura ambiente
- f) banho de zincato / tempo 1 minuto / temperatura 25°C / solução de zinco
- g) lavagem em 4 tanques de água / tempo 1,5 minuto / temperatura ambiente
- h) cromagem / tempo 70 minutos / 80 Amp/dm² / temperatura 68 °C / CrO₃ (250 - 350 g/l) + 1,5 % H₂SO₄

Foram realizados 5 ensaios práticos, os quais serão descritos a seguir, nos quais buscou-se verificar a influência do uso ou não de uma destas etapas sobre características analisadas na produção, tais como:

- aderência de camada de cromo
- densidade de trincas
- dureza
- resultados após brunimento
- etc

4.1 - Características analisadas

A seguir serão descritas as características estudadas bem como os testes realizados para verificação dos resultados apresentados pelas mesmas.

4.1.1 – Aderência

Esta é a mais importante das características estudadas sendo que ela está diretamente relacionada com a boa qualidade da linha de preparação. Foram realizadas a análise da aderência da camada de cromo sobre o alumínio utilizando as normas SWN 43655 - Parte 1 e 2, ou seja, realizando ensaios de macro e micro aderência e o teste do anel.

Deve-se salientar aqui que as normas SWN (Stihl Work Norm) são normas internas desenvolvidas e utilizadas por todas as unidades da Stihl no mundo.

4.1.1.1 - Macro aderência (SWN 43655 - Parte 2)

Para a realização do teste de macroaderência foi realizado um corte na amostra (direção do corte: substrato para a camada) e com o auxílio de um microscópio verificamos a existência ou não de deslocamento junto ao corte. Caso este não ocorra a macroaderência será considerada OK.

Para a realização do corte foi utilizada uma máquina de corte, marca Buehler - Brasimatic 2. Nesta etapa a peça é fixada ao dispositivo de fixação da máquina de maneira com que, quando da do corte, o disco de corte atinja primeiramente o substrato (alumínio) e realize o corte em direção a camada.

4.1.1.2 - Micro aderência (SWN 43655 - Parte 2)

Neste ensaio foram realizados o corte, embutimento e posterior preparação do corpo de prova para observação ao microscópio. Quando a observação é realizada deve-se observar a região de interface (camada / substrato) e verificar, através dos padrões existentes na SWN, a conformidade ou não da microaderência da camada.

4.1.1.3 - Teste do anel (SWN 43655 - Parte 1)

Para obtenção dos resultados neste teste é realizada a usinagem de um corpo de prova em forma de anel (altura = 20 mm / espessura = 3 mm / diâmetro

conforme peça fundida) o qual apresenta depósito de cromo na sua parte interior (foto 1). Após, este corpo de prova é submetido a diferentes taxas de compressão (1, 2, 3, 4 e 5 % da altura) e então é verificado o surgimento de trincas ou esfoliações na camada (os padrões se encontram na SWN). Com os resultados obtidos (grau de desfoliação / taxa de compressão) e pela comparação com a SWN obtemos o resultado entre a conformidade ou não da aderência da camada eletrodepositada.

Para avaliação utilizamos o seguinte critério:

- não ocorrência de trincas
- rupturas permitidas mas sem esfoliações
- rupturas permitidas com pequenas esfoliações
- rupturas permitidas com esfoliações maiores
- separação da camada em superfícies grandes

A peça será considerada OK caso até 3 % de compressão ela apresente resultados no máximo iguais a rupturas permitidas com pequenas esfoliações. A mesma será considerada NOK caso até 3 % de compressão apresente resultados como rupturas permitidas com esfoliações maiores ou separação da camada em superfícies grandes.

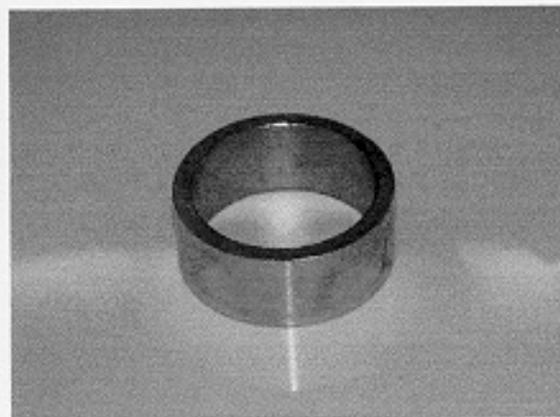


Foto 1: corpo de prova para a realização do teste do anel

4.1.2 – Densidade de Trincas

Este teste visa verificar a quantidade de trincas existentes na superfície da camada cromada. Quanto maior for o valor da densidade de trincas, maior será a capacidade de molhamento da superfície da peça. Esta é uma característica bastante importante visto que o cromo eletrolítico possui uma superfície de difícil molhamento o que poderá causar o secamento da superfície (lubrificantes) acarretando problemas para a peça quando em trabalho.

Nos ensaios realizados foi utilizado um banho de cromo denominado Heef 25, segundo o qual o fabricante indica como valores ótimos de densidade de trincas a faixa entre 20 e 30 trincas por mm.

Os procedimentos para a realização deste ensaio são encontrados na SWN 43658 Parte 2.

4.1.3 – Dureza

Neste ensaio foi verificada a existência de alguma relação entre a não utilização de todos os passos na linha de pré-tratamento com a microdureza da camada de cromo eletrodepositada.

A medição da dureza do cromo foi realizada utilizando-se um microdurômetro da marca Shimadzu o qual realiza medidas de microdureza na faixa entre 0,1 e 0,5 kg. As medidas foram realizadas utilizando a escala de Hv 0,1.

4.1.4 – Resultados após brunimento

O brunimento é uma operação na qual é realizada uma espécie de polimento da camada de cromo visando com isso obter as dimensões finais da peça ou retirarmos algum tipo de imperfeição existente na camada eletrodepositada. Este "teste" foi realizado utilizando uma brunidora marca Sunnen, visto que muitas vezes na produção, quando da realização desta operação, ocorre o deslocamento da camada de cromo. Procurou-se com estes resultados observar quais peças apresentaram este problema de deslocamento e em qual região ocorreu a maior incidência de defeitos.

4.2 - Testes realizados na linha de preparação

A seguir serão citados todos os testes realizados neste procedimento prático enfocando apenas as diferenças existentes entre os mesmos visto que os resultados obtidos serão analisados a posteriori.

4.2.1 – Cromagem sem a utilização do desengraxante alcalino

Nesta etapa não foi realizado o passo a da linha de preparação descrita anteriormente (pág 9) sendo que o restante do processo foi realizado conforme a descrição. Foi realizado um lote de 6 peças nas quais posteriormente foram realizados os ensaios para verificar a influência sobre as características da camada sendo os resultados descritos na discussão dos resultados. A foto 2 apresenta o aspecto visual da peça após a realização da cromagem.

Observa-se, através da visualização das peças, que após a cromagem estas não apresentaram nenhum tipo de defeito.

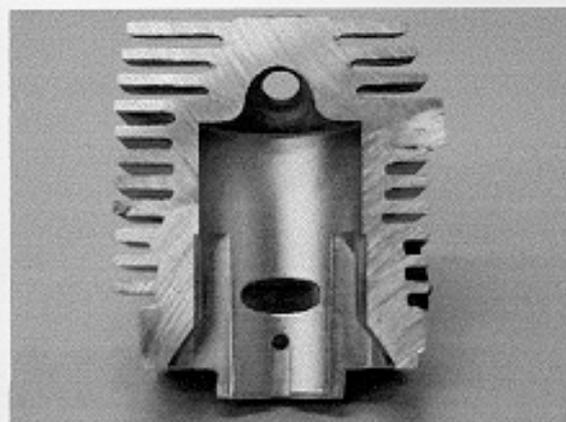


Foto 2: aspecto visual da peça após a cromagem sem a realização do desengraxe

4.2.2 – Cromagem sem a utilização da decapagem alcalina

Este experimento foi bastante similar ao anterior porém ao invés da não realização do passo *a*, desta vez não foi realizado o passo *b*, sendo os demais fatores idênticos. Foram realizados posteriormente os mesmos ensaios, sendo que os resultados serão mostrados na seção 5. A foto 3 apresenta o aspecto visual da peça após a realização da cromagem.

Novamente pode-se observar a não ocorrência de defeitos na camada de cromo após a cromagem dos corpos de prova.

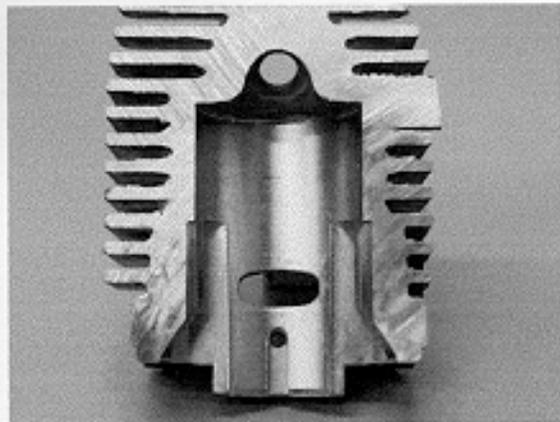


Foto 3: aspecto visual da peça após a cromagem sem a realização do decapagem alcalina

4.2.3 – Cromagem sem a utilização da decapagem ácida

Procedimento idêntico aos anteriores porém nesta etapa não foi realizado o passo *d* da linha de preparação. A foto 4 apresenta o aspecto visual da peça após a realização da cromagem.

Após a retirada das amostras do banho de cromo foi possível observar a existência de grandes áreas onde não ocorreu a adesão entre a camada de cromo e o alumínio.

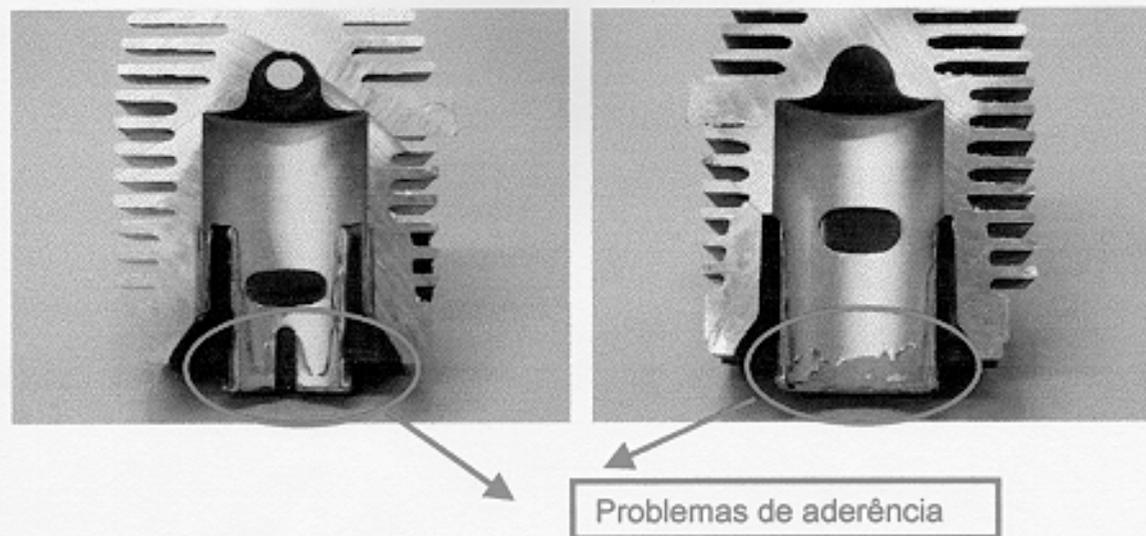


Foto 4: aspecto visual da peça após a cromagem sem a realização do decapagem ácida

4.2.4 – Cromagem sem a utilização do zincato

Neste procedimento de preparação a peça foi preparada na linha porém não foi realizado o banho de zincato (passo *f*). A foto 5 apresenta o aspecto visual da peça após a realização da cromagem.

Neste caso é possível verificar novamente a não ocorrência de nenhum tipo de defeito visível quando da retirada da peça do banho de cromo.

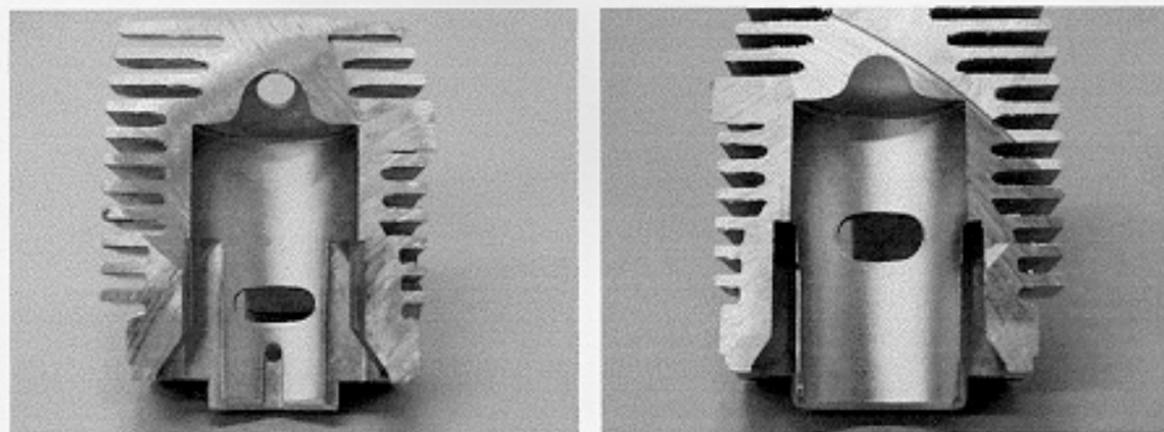


Foto 5: aspecto visual da peça após a cromagem sem a realização do zincato

4.2.5 – Cromagem utilizando toda a linha de preparação superficial

Neste procedimento de preparação a peça foi preparada na linha completa. A foto 6 apresenta o aspecto visual da peça após a realização da cromagem.

Aqui, novamente, não é possível verificar nenhum tipo de defeito na peça após a cromagem.

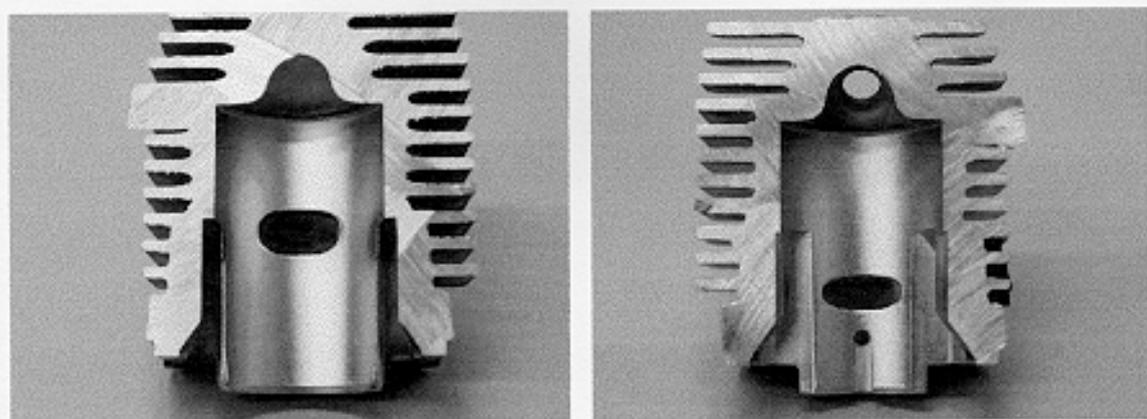


Foto 6: aspecto visual da peça após a cromagem com a utilização da linha de preparação completa

Salienta-se, entretanto, que a única diferença observada em todas as peças nos testes realizados foi o maior ou menor grau de brilho apresentado pela camada de cromo. Para a obtenção de uma melhor idéia em relação ao brilho da camada foi criada a tabela 1.

Tabela 1: resultados referentes ao brilho da camada

Preparação	Grau de Brilho
Sem desengraxante	Brilho médio
Sem soda	Altíssimo brilho
Sem ácido	Opaco
Sem zincato	Pouco brilho
Preparação normal	Alto brilho

5 – Resultados obtidos

A seguir serão apresentados todos os resultados obtidos durante o desenvolvimento da parte prática deste trabalho.

5.1 - Aderência

Conforme foi descrito na parte prática foram realizados três diferentes ensaios para verificação da qualidade da aderência da camada de cromo sobre o substrato de alumínio.

5.1.1 - Macroaderência

Em relação a macroaderência os resultados obtidos são verificados como OK (aprovada) ou NOK (reprovada). A tabela 2, a seguir, mostra os resultados obtidos.

Tabela 2: resultados referentes a macroaderência

Linha de preparação	Resultado
Sem desengraxante	NOK
Sem decapagem alcalina	OK
Sem decapagem ácida	NOK
Sem zincato	OK
Linha de preparação completa	OK

5.1.2 - *Microaderência*

Em relação a microaderência os resultados obtidos também são verificados como OK (aprovada) ou NOK (reprovada). A tabela 3, a seguir, mostra os resultados obtidos.

Tabela 3: resultados referentes a microaderência

Linha de preparação	Resultado
Sem desengraxante	OK
Sem decapagem alcalina	OK
Sem decapagem ácida	NOK
Sem zincato	OK
Linha de preparação completa	OK

5.1.3 - *Teste do anel*

Os resultados obtidos no teste do anel se encontram na tabela 4.

Tabela 4: resultados referentes ao teste de anel

Linha de preparação	Resultado
Sem desengraxante	3% de compressão: rupturas permitidas com pequenas esfoliações / peça OK
Sem decapagem alcalina	3% de compressão: rupturas permitidas com pequenas esfoliações / peça OK
Sem decapagem ácida	1% de compressão: rupturas com esfoliações maiores / peça NOK
Sem zincato	2% de compressão: rupturas com esfoliações maiores / peça NOK
Linha de preparação completa	3% de compressão: rupturas permitidas com pequenas esfoliações / peça OK

5.2 - Densidade de Trincas

Neste ensaio foram realizadas duas medições da densidade de trincas das peças cromadas sendo os resultados descritos na tabela 5 a seguir. As medidas foram realizadas nas mesmas regiões das peças conforme a SWN correspondente a realização do ensaio de Densidade de trincas.

Tabela 5: Resultados da Densidade de Trincas

Peça	Valor 1	Valor 2
Sem desengraxe	23,02	21,43
Sem decapagem alcalina	23,41	20,12
Sem decapagem ácida	17,86	16,67
Sem zincato	23,81	20,24
Preparação completa	25,13	23,96

5.3 - Dureza

Neste ensaio foi realizada a mensuração da microdureza da camada de cromo utilizando-se para isso um microdurômetro marca Shimadzu. Os resultados obtidos podem ser observados na tabela 6. Neste caso, em paridade com o ensaio anterior, foi realizada a medição da microdureza da camada nas mesmas regiões dos corpos de prova.

Tabela 6: Resultados da microdureza

Peça	Dureza 1 (Hv 0,1)	Dureza 2 (Hv 0,1)
Sem desengraxe	962	1008
Sem decapagem alcalina	972	992
Sem decapagem ácida	1057	1062
Sem zincato	906	981
Preparação completa	917	908

5.4 - Resultados após brunimento

Neste ensaio, duas peças foram brunidas para verificação da ocorrência ou não de deslocamento de cromo. A visualização do local onde ocorre este deslocamento será mostrada posteriormente. Os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 7.

Tabela 7: Ocorrência de deslocamento

Peça	Deslocamento	Tamanho
Sem desengraxar	Ocorreu	Pequeno
Sem decapagem alcalina	Ocorreu	Pequeno
Sem decapagem ácida	Ocorreu	Grande
Sem zincato	Ocorreu	Grande
Preparação completa	Não Ocorreu	---

6 – Discussão dos resultados

Devido aos diferentes testes realizados para verificar a influência da linha de preparação sobre as características da camada de cromo eletrodepositada sobre a liga de alumínio serão discutidos os resultados obtidos, analisando também o grau de influência do pré-tratamento sobre as mesmas.

6.1 - Aderência

Através dos resultados obtidos nas práticas referentes a aderência da camada de cromo sobre o alumínio (macroaderência, microaderência e teste do anel) verifica-se que a linha de preparação possui grande influência sobre a camada de cromo quando da eletrodeposição de cromo sobre o mesmo. Isso se deve ao fato de que este é o momento onde ocorre a limpeza superficial da peça com a remoção de graxas, óleos, óxidos (de cobre e de alumínio) e outras impurezas que se encontram na superfície. Isto pode ser verificado através dos diferentes resultados obtidos quando da realização dos três ensaios.

A decapagem ácida, em especial, se mostra de extrema importância visto que é nesta fase que ocorre a remoção do óxido de cobre (elemento existente na liga), o qual não é removido através da decapagem alcalina. Caso não ocorra esta remoção não será obtida uma boa aderência (foto 4 - pág. 16)

Entretanto, também é possível verificar que a não utilização do desengraxante afeta os resultados referentes a macroaderência enquanto que a não utilização do zincato teve influência direta sobre os resultados no teste do anel.

6.2 - Densidade de Trincas

Através dos resultados obtidos na prática foi verificado que o pré-tratamento influencia na densidade de trincas da camada. Conforme citado anteriormente o fabricante do banho de cromo indica que a faixa ótima de rede de trincas, para este banho, está situada entre os valores 20 e 30 trincas por mm. Conforme pode-se verificar no gráfico 1, a seguir, a não utilização da decapagem ácida influencia estes valores causando uma queda acentuada nos mesmos.

Variação da Rede de Trincas em função do pré-tratamento

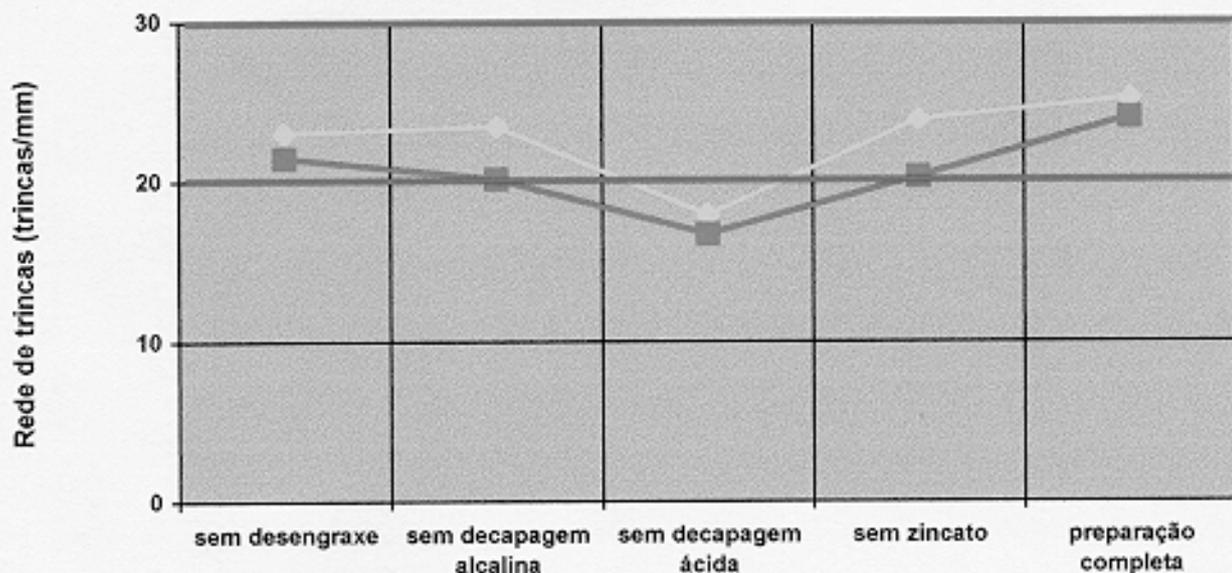


Gráfico 1: Resultados obtidos em relação a densidade de trincas

A baixa densidade de trincas poderá gerar o não molhamento da superfície da camada de cromo fazendo com que se tenha uma diminuição do poder lubrificante da mesma. Esta não lubrificação da camada irá gerar um aumento no atrito superficial entre a camada de cromo e o pistão, quando o motor estiver em funcionamento, acarretando com isso defeitos ao sistema cilindro/pistão.

6.3 - Dureza

Conforme o fabricante do banho de cromo (Heef 25) o valor da microdureza da camada de cromo deve estar situada entre 800 e 1100 Hv 0,1. Conforme pode-se observar na tabela 5 apresentada na página 21 e no gráfico 2 a seguir a linha de preparação não causa nenhum tipo de interferência na dureza da camada de cromo, visto que todos os resultados obtidos se encontram dentro do especificado pelo fabricante.

Portanto, pode-se concluir que a dureza da camada de cromo depende apenas do banho de cromo, e não das etapas de preparação da superfície da peça.

Variação da dureza (Hv 0,1) em função do pré-tratamento

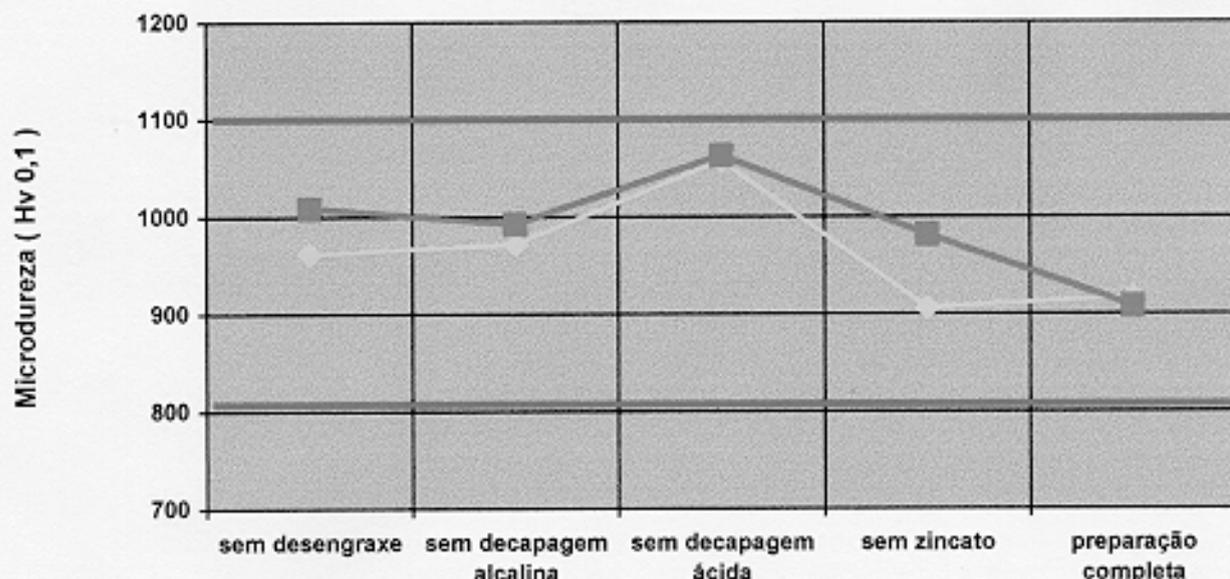


Gráfico 2: Variação da microdureza em função do pré-tratamento

6.4 - Resultados após brunimento

Devido ao fato do brunimento ser um " excelente teste de aderência " e observando os resultados após brunimento verifica-se que a linha de preparação mais uma vez se mostrou de grande importância devido ao fato que somente a peça que foi tratada em toda linha de preparação não ter apresentado nenhum tipo de

defeito. Este resultado nos leva, novamente a observar o quão relevante é o pré-tratamento superficial em linhas de galvanoplastia.

As fotos 7, 8, 9 e 10 mostram os resultados das peças após o brunimento, onde está salientado a região onde ocorreu o deslocamento.

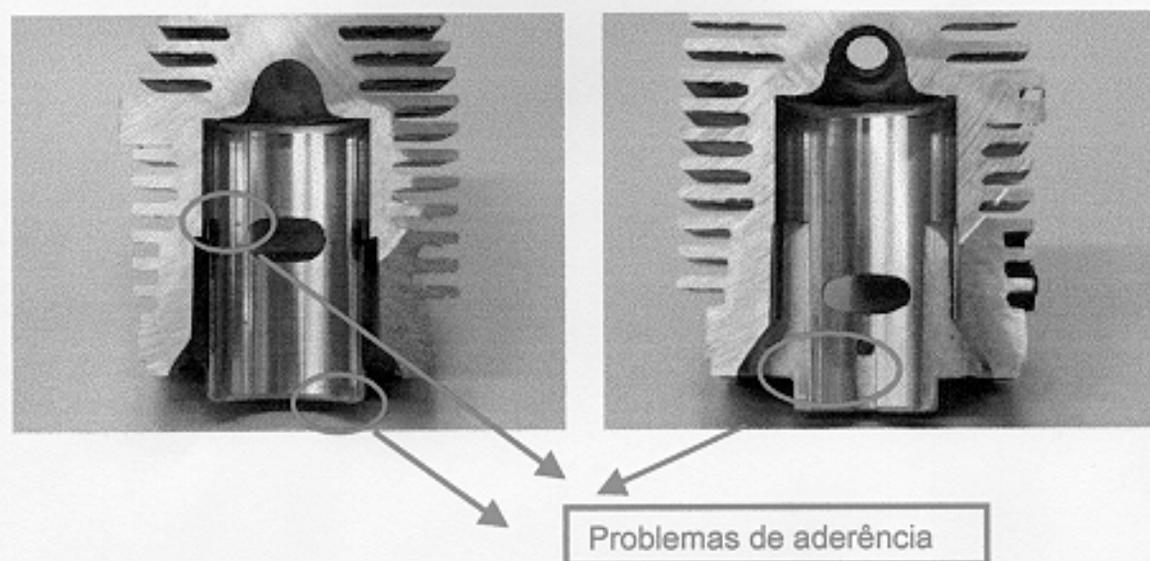


Foto 7: aspecto final (após brunimento) da peça que não sofreu desengraxe

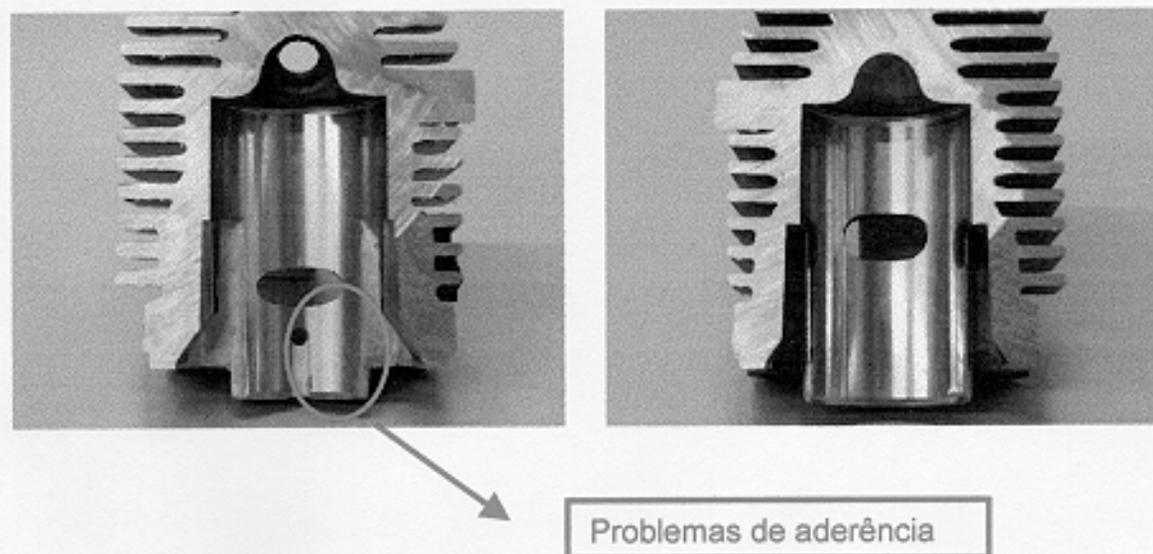


Foto 8: aspecto final (após brunimento) da peça que não sofreu decapagem alcalina

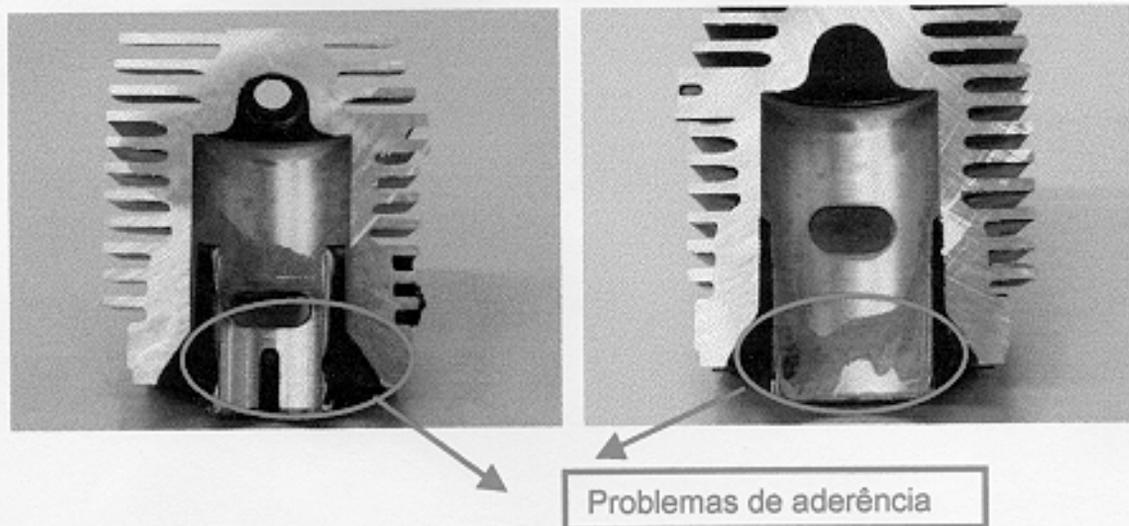


Foto 9: aspecto final (após brunimento) da peça que não sofreu decapagem ácida

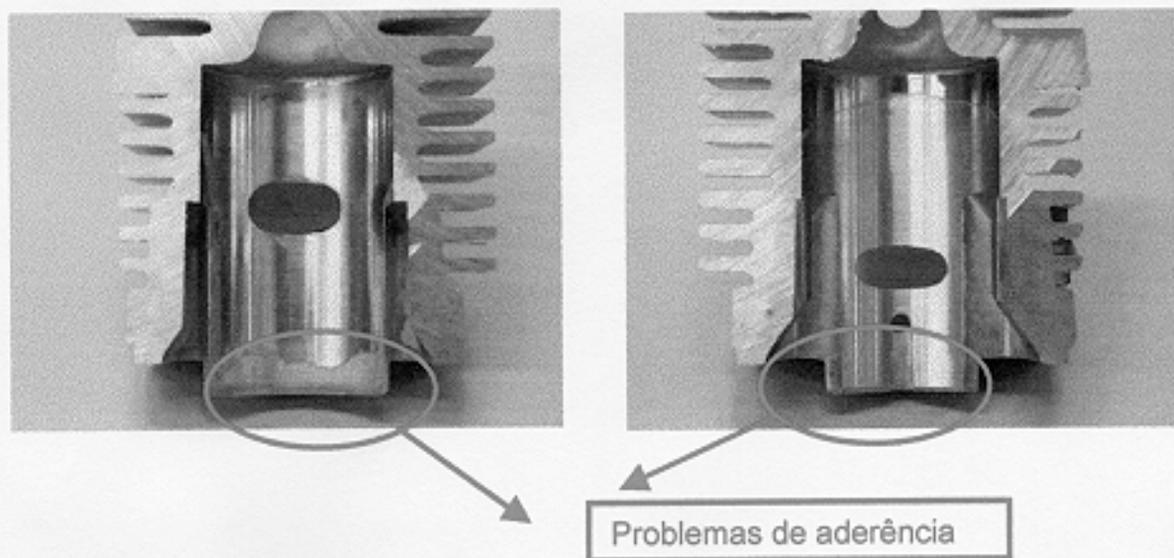


Foto 10: aspecto final (após brunimento) da peça que não sofreu zincato

A seguir é mostrada a tabela 8 na qual é possível observar todos os resultados obtidos através dos ensaios realizados. Através da visualização desta tabela conseguimos verificar rapidamente e com bastante clareza qual é a melhor condição de trabalho e quais foram os melhores resultados obtidos.

Tabela 8: resultados obtidos nos 5 ensaios realizados com respectivos pré-tratamentos

Preparação	Aderência			Trincas (entre 20 – 30)		Dureza (entre 800 – 1100 Hv 0,1)		Resultados após brunimento	
	Macro- aderência	Micro- aderência	Teste do anel	Valor 1	Valor 2	Dureza 1	Dureza 2	Deslocamento	Tamanho
Sem desengraxante	NOK	OK	OK	23,02	21,43	962	1008	Ocorreu	Pequeno
Sem decapagem alcalina	OK	OK	OK	23,41	20,12	972	992	Ocorreu	Pequeno
Sem decapagem ácida	NOK	NOK	NOK	17,86	16,67	1057	1062	Ocorreu	Grande
Sem zincato	OK	OK	NOK	23,81	20,24	906	981	Ocorreu	Grande
Preparação normal	OK	OK	OK	25,13	23,96	917	908	Não ocorreu	—

7 – Conclusão

Pode-se concluir que através deste trabalho foi possível atingir todas as metas definidas alcançando com êxito o objetivo deste trabalho.

Através dos resultados obtidos nos ensaios práticos e dos estudos efetuados na literatura sobre pré-tratamento superficial, foi possível relacionar algumas etapas do pré-tratamento com as características mais importantes da camada de cromo exigidas na indústria obtendo com isso uma relação da influência dos passos efetuados no pré-tratamento com características da camada, tais como: aderência, dureza, densidade de trincas, etc.

Em especial, deve-se destacar a grande importância que a decapagem ácida teve na parte prática, visto que em sua ausência obteve-se o resultado mais negativo logo após a cromagem (a peça apresentou grandes regiões deslocadas logo ao sair do banho de cromagem).

Também ressalto a influência do ensaio de brunimento sobre as características finais da peça. Isto se deve ao fato de que o brunimento é uma operação bastante severa e que comprova a boa ou não aderência da camada de cromo sobre o alumínio.

Bibliografia

- 1 - A. R. Jones, Transf. Inst. Metal Finish, 1992, 70 (1), Vol. 8
- 2 - P. A. Foldes, Galvanotécnica Prática, 1973, Vol I e II
- 3 - Curso de Galvanoplastia, 1995, ABTS, 9ª Edição
- 4 - Dr. W. Pfanhauser, Tratado de Galvotecnia, 6ª Edição
- 5 - IPT Handbook, 1999
- 6 - Normas SWN 1999