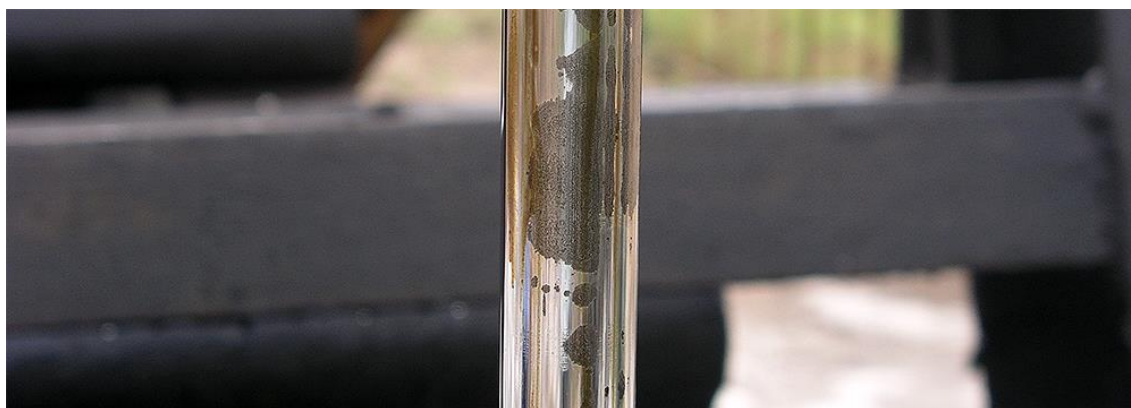


# A Aplicação de Revestimentos de Cromo Duro e os Riscos à Saúde e ao Meio Ambiente



Edilson Nunes Pollnow<sup>1</sup> – Analista do Centro de Pesquisa e Tecnologia.

<sup>1</sup> – Rijeza Indústria Metalúrgica – São Leopoldo – Rio Grande do Sul – Brasil

## Resumo

*O maior problema em uma indústria sempre foi o desgaste prematuro de peças ou componentes. Diversas medidas foram tomadas a fim de reduzir este desgaste, entre elas revestir a superfície de um material menos nobre com um mais nobre. Surgiu então como solução aos problemas de desgaste o revestimento de cromo duro, prometendo revestimentos de dureza e resistência ao desgaste elevadas. Após diversos estudos sobre este tipo de revestimento se comprovou que este possui um elevado risco à saúde humana e ao meio ambiente, devido principalmente à liberação de cromo hexavalente ( $Cr^{+6}$ ). A partir de então os estudos foram direcionados a busca de métodos de revestimentos “limpos” que possam substituir o cromo duro. A alternativa mais eficiente encontrada até o momento foi o processo de aspensão térmica.*

Palavra (s) chave: Revestimento; Cromo Duro; Riscos; Saúde; Meio Ambiente; Aspensão Térmica.

## Introdução

Atualmente os países ao redor do globo tem um gasto anual de aproximadamente 5 a 10 % de seu PIB somente com desgaste prematuro de peças e manutenção.

Diversas medidas têm sido tomadas para reduzir este valor exorbitante, que no caso, por exemplo, dos EUA, chega à casa de aproximadamente U\$ 276 bilhões. Entre estas

medidas, alternativas como as aplicações de revestimentos a base de cromo estavam sendo bem aceitas até meados da década de 1990.

Com o crescente estudo sobre a aplicação de revestimentos e, em especial revestimentos a base de cromo, descobriu-se que este apresenta um enorme problema: o risco de toxicidade à espécie humana e ao meio ambiente.

Tendo por base este importante fator, diversos estudos buscam alternativas aos processos que envolvem o cromo, sendo o principal no setor metalúrgico o processo de cromagem eletrolítica, comumente chamado de cromo duro.

### Revestimento de Cromo Duro

CROMO DURO é o revestimento eletrodepositado mais usado para obter altos níveis de dureza, resistência ao desgaste e corrosão e baixo coeficiente de atrito, para aplicações na indústria aeroespacial, automotiva e petroquímica [1, 2]. O revestimento se torna efetivo a partir de camadas geralmente superiores a 10 microns, aplicadas diretamente sobre o metal base.

Propriedades do cromo duro tais como dureza (tabela 1) e densidade de microtrincas, mudam com a composição do banho, densidade de corrente, agitação de banho, temperatura, etc [3, 4]. O aspecto do revestimento (figura 1) de cromo duro pode ser brilhante ou opaco, dependendo do acabamento dado ao metal base antes do tratamento.

Propriedades Químicas do Cromo	
Nome e símbolo	Cromo, Cr
Número atômico	24
Classe e série químicas	Metal de transição
Grupo, Período, Bloco	6,4,D
Ponto de fusão	1907°C
Densidade	7,140 g/cm <sup>3</sup>
Dureza (Vickers)	1060 HV
Massa atômica	51.9961 g/mol
Raio atômico (calculado)	166 pm
Raio covalente	127 pm
Configuração eletrônica	[Ar] 3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>
Elétrons (nível de energia)	2, 8, 13, 1
Estados de oxidação (óxido)	6, 4, 3, 2 (ácido forte)
Estrutura cristalina	cúbica centrada no corpo

Tabela 1. Propriedades Químicas do Cromo



Figura 1: Peça com revestimento de cromo duro.

Porém existem algumas limitações do processo de cromo duro, por exemplo, os seguintes materiais não aceitam o revestimento com cromo duro:

O Ferro fundido cinzento, devido à alta porosidade e teor de grafite;

Metais com problemas na superfície (inclusões, precipitações, porosidade);

Metais com tratamento de nitretação (a banho de sais, gasosa ou plasma), oxidação negra e fosfatização.

### **Riscos à Saúde e ao Meio Ambiente**

A toxicidade do cromo depende da forma como ele se apresenta. Mas todas as formas de cromo podem ser potencialmente tóxicas em grandes concentrações. Sendo a forma hexavalente a mais tóxica do que a trivalente e a tetravalente. Setores como, produção de ligas resistentes à corrosão, mineração, cromagem eletrolítica, adição de cromo a tijolos refratários, produção de óleos lubrificantes, curtimento de couro, produção de pigmentos de cromo, são algumas das fontes de exposição. A toxicidade aguda pode ocorrer com apenas uma única dose, após contato oral, nasal ou dermal. Sendo vômito, diarreia, choque cardiovascular e perda de sangue no trato gastrointestinal, os principais sintomas causados por envenenamento e que geralmente aparecem nas primeiras 24 horas. A toxicidade crônica ocorre lentamente por exposição contínua a um composto em baixas concentrações. Alguns dos sintomas causados por envenenamento de Cr (VI) são: rinite e sinusite crônica, atrofia da mucosa nasal, alterações na pele. Sistema circulatório, trato gastrointestinal também são gravemente afetados. Esse processo tóxico pode demorar em aparecer até semanas ou meses após a exposição.

Praticamente todos os compostos de Cr (VI), também conhecido como cromo hexavalente, apresentam grande poder mutagênico devido seu acesso direto as células e por ser um grande oxidante. Sendo assim, um potente carcinogênico para os órgãos respiratórios humanos. Para a vida aquática, a toxicidade do cromo varia com a temperatura, pH, espécie, estado de oxidação, concentração de oxigênio. Os compostos de Cr (III) possuem baixa toxicidade, e seus efeitos não são tão severos quanto o hexavalente.

Entre as fontes naturais de contaminação ambiental estão os incêndios florestais e as erupções vulcânicas. Entretanto, o cromo VI existente no meio ambiente, é quase todo proveniente das atividades humanas, originando-se de emissões das fabricações de cimento, indústrias galvanizadas, fundições, soldagem, mineração de cobre, lixo urbano e industriais, incineração, fertilizantes e especialmente a sua utilização em curtumes, entre outros.[5]

No caso das indústrias galvanizadas (galvanoplastia), o ácido crômico pode estar no ar do ambiente de trabalho na forma de névoas, se não houver um sistema eficiente de exaustão.

No Brasil, a indústria de galvanoplastia e a indústria de curtimento do couro têm papel representativo a respeito de fontes poluidoras por cromo.

Os resultados de diversos estudos alertam para a necessidade de controle da água de abastecimento público em zonas rurais, especialmente as zonas industriais, tendo em vista que o descarte inadequado do cromo pode contribuir para a contaminação de lençóis freáticos.

A presença do cromo nos corpos hídricos causa impactos, altamente desfavoráveis, afetando a saúde da população humana que consome a água e se alimenta de peixes que se desenvolvem nestes locais. A bioacumulação em humanos pode apresentar efeitos imediatos, efeitos crônicos pela acumulação por longos períodos de tempo e, ainda mais preocupante, consequências genéticas para gerações futuras.

### **Alternativas para a Substituição do Cromo Duro**

Existem duas razões básicas para substituir o cromo duro como revestimento de componentes. O principal impulsionador é a restrição sobre os níveis permitidos de cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ), altamente cancerígeno e em segundo lugar, a necessidade de uma considerável melhoria na eficiência dos componentes, aumentando a vida útil dos elementos destes.

A partir disto, um vasto estudo foi realizado a fim de definir os possíveis processos que podem vir a substituir o cromo duro, entre eles podemos citar: deposição química e física de vapor (CVD - *Chemical Vapor Deposition* e PVD - *Physical Vapor Deposition*) e **aspersão térmica**.

Após a observação das características e limitações de cada processo, que em processos de CVD é a ocorrência de reações químicas envolvendo o cromo, gerando assim resíduos e nos processos de PVD é a dificuldade de se revestir peças com dimensões elevadas, a aspersão térmica surge como uma alternativa “limpa” e eficiente em relação ao cromo duro.

Estudos mostram que a técnica de aspersão térmica ultrasônica (HVOF – *High Velocity Oxygen Fuel*) vem sendo empregada na fabricação de componentes resistentes ao desgaste, e que estes possuem um tempo de vida útil muito superior aos revestimentos de cromo duro.



Figura 2: Revestimento cerâmico aplicado por aspersão térmica válvulas de esferas

Fatores importantes como: ser um processo praticamente livre de resíduos (tecnologia limpa) e apresentar revestimentos com propriedades superiores ao cromo duro mesmo à baixas espessuras de camada, tornam o HVOF um método extremamente promissor para substituir o processo de cromo duro.

### **Conclusão**

Ao avaliarmos todo o processo de cromo duro podemos afirmar que este método se caracteriza por ser extremamente prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente, apresentando um ambiente nocivo não só para aqueles que trabalham diretamente com o processo, mas também a todos que partilham de alguma forma desta atmosfera tóxica ou com o consumo de água ou alimentos com resquícios deste elemento.

Com o avanço de estudos e novas tecnologias este processo começa a se tornar ineficiente frente a uma relação de custos e benefícios. Tecnologias como a aspersão térmica, por exemplo, são capazes de fornecer a peça ou componente industrial um revestimento capaz de durar de 5 a 10 vezes mais que o revestimento de cromo, com o grande diferencial de não agredir o ser humano e o meio ambiente.

### **Referências Bibliográficas**

1. Bodger, B.E., McGrann, R.T.R. and Somerville, D.A. The evaluation of tungsten carbide thermal spray coatings as replacement for electrodeposited chrome plating on aircraft landing gear, *PLATING & SURFACE FINISHING*, september 1997, pp. 28-31.
2. Tyler, J.M., Automotive applications for chromium. *METAL FINISHING*, october 1995, pp. 11-14.

3. Jones, A. R., Microcracks in hard chromium electrodeposits, PLATING AND SURFACE FINISHING, April, 1989, pp. 62-66.

4. Dubpernell, G., Lowenheim, F. A., 1968, Modern Electroplating, pp. 80-129.

5. WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION Chromium. Environmental Health Critéria, 61-P, GENERA ,1998. em :

[http://intertox.com.br/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=66&Itemid=98](http://intertox.com.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=66&Itemid=98) acesso em 26/11/09 às 23:31h.