



Application Note AN-PAN-1019

# Análise online de ácidos e ferro em banhos de decapagem

Na indústria galvânica, os banhos de decapagem são utilizados para limpar e remover a maioria dos óxidos de diversas superfícies de aço, bem como para passivar a superfície para evitar a corrosão.

É crucial manter limites específicos para o  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  e proporções de ácido livre/ácido total para garantir que o banho químico permaneça em ótimas condições de funcionamento. A composição adequada dos banhos afeta diretamente a qualidade dos produtos finais. Ao manter estes parâmetros

dentro de intervalos óptimos, a qualidade dos produtos resultantes é melhorada e os custos de produção são reduzidos devido à diminuição do consumo de reagentes.

Esta Nota de Aplicação de Processo apresenta um método para monitorar regularmente a composição de ácido e ferro em banhos de decapagem on-line para garantir um processo de limpeza uniforme usando um analisador de processo da Metrohm Process Analytics.

## INTRODUÇÃO

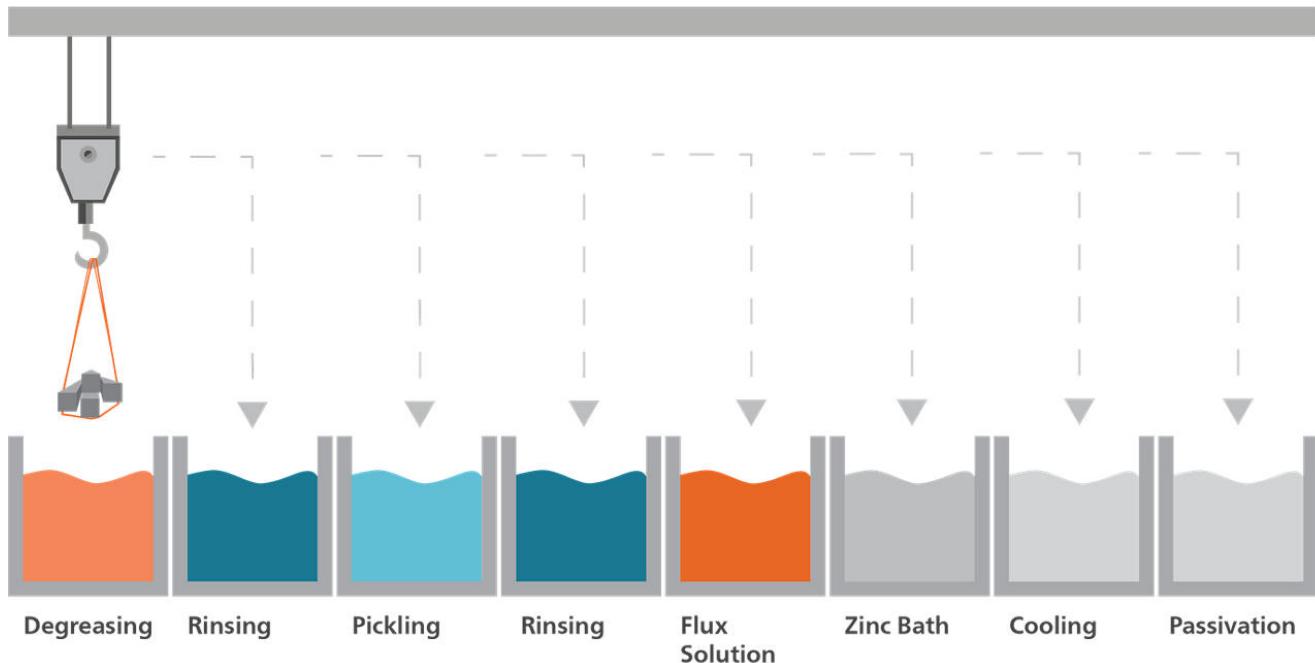
Inúmeros produtos começam com o aço, que é uma das matérias-primas mais essenciais.

Galvanização por imersão a quente (**figura 1**) é um processo que envolve o revestimento do aço (ou ferro) com uma camada de zinco para protegê-lo da corrosão [1]. Uma parte extremamente importante da produção de aço é a **processo de decapagem**, em que impurezas como escamas de laminacão produzidas durante a laminacão em alta temperatura são removidas e a superfície preparada para as etapas subsequentes do processo. Ao mesmo tempo, as cores interferentes do recocimento são removidas enquanto a superfície é passivada pela formacão de uma camada protetora para proteger contra corrosão adicional.

Os banhos de decapagem utilizados são constituídos por ácidos diluídos e podem variar em composição dependendo do tipo de aço a ser tratado. Na maioria dos casos, ácido clorídrico ou sulfúrico (HCl,

$H_2ENTAO_4$ ) são usados, ou misturas de ácidos como  $HNO_3/HF$  ou  $H_2ENTAO_4/H_3PO_4/HF$ . Embora a decapagem remova as impurezas, os ácidos utilizados também atacam a superfície do aço e a dissolvem parcialmente. Esta decapagem excessiva do aço base pode resultar na **corrosão metálica** o que leva a um revestimento áspero e com bolhas indesejável nas etapas de galvanização seguintes, e também causa *consumo excessivo* do ácido decapante. O ferro dissolvido na forma de óxidos de ferro presentes na incrustação de óxido metálico afeta a taxa de decapagem do aço à medida que as concentrações de ferro aumentam. Portanto, é importante que parâmetros relevantes ao processo, como **composição do banho** são controlados e mantidos com a maior precisão possível para reduzir o consumo excessivo de produtos químicos de decapagem, mantendo a qualidade do produto constante.

## GALVANIZING PROCESS



**Figure 1.** Ilustração do processo de galvanização por imersão a quente em várias etapas. O banho de decapagem é mostrado em azul claro.

A decapagem é um processo altamente corrosivo e se o banho não for monitorado com cuidado pode causar problemas no produto resultante. Monitoramento on-line contínuo de **ácidos livres e totais** e **teor de ferro** satisfaz este requisito e, como resultado, os banhos de decapagem podem ser usados de forma mais econômica e ecológica. Assim,

os custos operacionais e de descarte de produtos químicos são consideravelmente reduzidos. Metrohm Process Analytics oferece um analisador de processo multiparâmetro adequado para análise simultânea de  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  e relação ácido livre/ácido total em uma ampla faixa de concentração - o **Analisador de Processo 2060 TI** (Figura 2).



**Figure 2.** 2060 TI Process Analyzer para análise on-line de parâmetros críticos de qualidade em banhos de decapagem usando o método de titulação.

## APLICAÇÃO

Ácidos totais, ácidos individuais e ferro (ou seja, HCl,  $\text{H}_2\text{ENTÃO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , HF,  $\text{Fe}_2^+$  e  $\text{Fé}^{3+}$ ) foram analisados usando métodos de titulação precisos. O monitoramento do desempenho de banhos de decapagem é possível com o uso de analisadores de

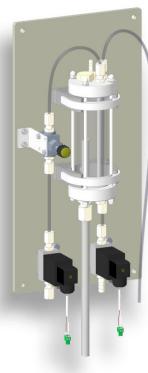
processo Metrohm, seja o 2026 HD Titrolyzer ou o 2060 TI Process Analyzer, dependendo se são necessárias medições de parâmetros únicos ou múltiplos.

**Tabela 1.** Parâmetros e suas faixas de concentração em banhos de decapagem.

Parâmetros	Concentracão [g/L]
HCl	15–250
Fé2+	10–200
Fé3+	1–20
HNO <sub>3</sub>	10–250
AF	0–100
H <sub>2</sub> ENTÃO <sub>4</sub>	0–300

## OBSERVAÇÕES

A colono (Figura 3) pode ser usado como um sistema de pré-condicionamento robusto para remover sólidos e partículas da amostra líquida antes da análise.



**Figure 3.** Unidade decantadora para remoção de partículas.

## CONCLUSÃO

Durante a produção de aço, o processo de decapagem prepara a superfície do aço para as etapas subsequentes de acabamento. Esses banhos de decapagem contêm combinações de HCl,  $\text{H}_2\text{ENTAO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ , HF,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$ . Para um tratamento de superfície reproduzível, a composição do banho deve ser monitorada continuamente. Isso é melhor feito on-line com titulação usando um

analisador de processo Metrohm robusto, como o 2060 TI Process Analyzer. Ao fornecer informações em tempo real ao sistema de controle industrial (como DCS ou PLC) com um analisador de processo on-line, os tempos de inatividade são reduzidos, a composição do banho é otimizada e os ativos dispendiosos da empresa são protegidos.

## REFERÊNCIAS

1. O que é o Processo HDG?. Associação Americana de Galvanizadores.  
<https://galvanizeit.org/hot-dip-galvanizing/hdg-process> (acessado em 08/05/2023).

## NOTAS DE APLICAÇÃO RELACIONADAS

- [AN-PAN-1006](#) Determinação de zinco, ácido sulfúrico e ferro  
[AN-PAN-1012](#) Análise on-line do conteúdo de íons níquel e hipofosfito

- [AN-PAN-1018](#) Determinação de ácidos, bases e alumínio: indústria galvânica – tratamento de superfícies metálicas

## OUTROS DOCUMENTOS RELACIONADOS

- [WP-076](#) Analisadores de processo como soluções

- [proativas para monitoramento on-line de corrosão](#)

## BENEFÍCIOS DA ANÁLISE DE PROCESSOS ON-LINE

- Aprimorado reproduzibilidade, taxas de produção e lucratividade (menos desperdício).
- **Diagnóstico totalmente automatizado** – alarmes automáticos para quando as amostras estão fora dos parâmetros de concentração especificados.
- Decapagem eficiente de aço com alto nível de qualidade, monitorando constantemente os banhos de processamento.
- **Evite custos desnecessários** reduzindo a quantidade de tempo necessária para alcançar os resultados de decapagem desejados.



---

## CONTACT

Metrohm Brasil  
Rua Minerva, 161  
05007-030 São Paulo

[metrohm@metrohm.com.br](mailto:metrohm@metrohm.com.br)