

# APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO DE MoB/CoCr PARA PROTEÇÃO DAS PEÇAS IMERSAS NO BANHO DE 55%Al-Zn\*

Enori Gemelli<sup>1</sup>  
Fernando de Carvalho<sup>2</sup>  
George Fabre Locatelli<sup>3</sup>  
Juarez Rybu Mascarello<sup>4</sup>

## Resumo

Um complexo de MoB/CoCr, aplicado por aspensão térmica, vem se destacando na literatura como uma boa opção para revestimento das peças imersas no banho de 55%Al-Zn, prometendo melhora drástica na resistência a corrosão, quando comparado ao revestimento convencional WC-Co. Este promissor revestimento foi aplicado nas extremidades do rolo estabilizador da chapa de aço imerso no banho de 55%Al-Zn da ArcelorMittal Vega em quatro diferentes faixas com variação da espessura de sua camada. O revestimento apresentou danos após 18 dias e 3 períodos de imersão, não sendo economicamente viável para a maioria das linhas de galvanização à quente. Porém, quando comparado com desenvolvimentos similares, pode-se admitir um excelente potencial ao revestimento com MoB/CoCr, sendo necessário a continuidade do desenvolvimento com novas variações da espessura da camada de revestimento aplicada.

**Palavras-chave:** MoB/CoCr; 55%Al-Zn; Revestimento por aspensão térmica; Peças do pote de zinco.

## MoB/CoCr COATING FOR DIPPED ROLLS PROTECTION IN 55%Al-Zn BATH

### Abstract

MoB/CoCr alloy, applied by thermal spraying, has been highlighting in the literature as a good option for dipped rolls coating in 55%Al-Zn bath. It has been showing impactful improvement of corrosion resistance, if compared with conventional WC-Co coating. This promising coating was applied on roll table borders dipped in 55%Al-Zn bath at ArcelorMittal Vega in four different zones with thickness variation of coating. The best performance of experiment, 18 days and 3 immersion periods, is not economically viable for the most of hot dip galvanizing line. However, if compared with similar developments, the MoB/CoCr showed an excellent potential and it requires new test with coating layer thickness variation.

**Keywords:** MoB/CoCr; 55%Al-Zn; Thermal spraying coating; Zinc pot hardware.

<sup>1</sup> Pós-doutorado em Engenharia de Materiais e Metalúrgica, Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, Santa Catarina, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro de Produção Mecânica, Analista em Processo de Produção, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.

<sup>3</sup> Mestrando em Ciência e Engenharia de Materiais, Especialista em Processo de Produção, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil.

<sup>4</sup> Engenheiro Mecânico, Diretor, Alpha Metalização Ltda, Barueri, São Paulo, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

Visando aumentar a resistência à corrosão, usualmente chapas de aço são submetidas ao processo de galvanização à quente, onde um revestimento com base de zinco é aplicado em ambas as faces [1].

Alguns tipos de revestimentos com base de zinco podem ser utilizados, porém um bastante difundido contém 55%Al, 1,5%Si e Zn. Neste processo a chapa de aço é imersa em um banho de zinco fundido a 600°C [1].

Nas linhas de galvanização à quente que utilizam o banho com 55% de alumínio são presenciadas frequentes interrupções para manutenção dos componentes imersos no pote de zinco, sendo que estes sofrem com corrosão, desgaste e acúmulo de zinco em sua superfície [2].

Vários projetos de pesquisa são desenvolvidos com intuito de estender a vida útil dos componentes em contato com a liga de Al, Si e Zn. São avaliadas modificações na superfície dos materiais tradicionais ou novas ligas menos reativas com banho [2].

O revestimento por aspensão térmica possibilita a obtenção de propriedades específicas à superfície do material, como o aumento da resistência a corrosão, abrasão, erosão e alta temperatura. Nos últimos anos, estas propriedades estão sendo largamente exploradas. É fato que a durabilidade das peças imersas revestidas é muito maior quando comparada as peças fabricadas no tradicional aço inoxidável [3].

No processo de galvanização à quente com banho com baixo teor de alumínio, comumente é utilizado, para a proteção das peças imersas, a aspensão térmica da liga de cobalto com 10 a 15% de carboneto de tungstênio. Entretanto, não é observado um bom desempenho deste convencional revestimento no banho com alto teor de alumínio e alta temperatura [1].

A necessidade de aumento da vida útil das peças imersas no banho com alto teor de alumínio levou a recentes desenvolvimentos de revestimento a base de boro [1].

Uma empresa japonesa tem disponibilizado um novo produto para aplicação por aspensão térmica e proteção das peças a serem imersas no banho de 55%Al-Zn. O produto possui MoB/CoCr como a base da composição química [1].

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O revestimento com MoB/CoCr foi aplicado utilizando o equipamento HP/HVOF Praxair Tafa JP5000 no rolo estabilizador da chapa de aço imerso no banho de 55%Al-Zn e fabricado no material ASTM A743 CF3M.

Visando não ter contato com a chapa de aço em processo e eliminar a possibilidade de afetar a qualidade do produto acabado, o experimento foi realizado nas extremidades do rolo a ser imerso no banho de 55%Al-Zn.

Foram realizados quatro revestimentos diferentes em quatro faixas de 100mm de largura e nomeação conforme figura 1.

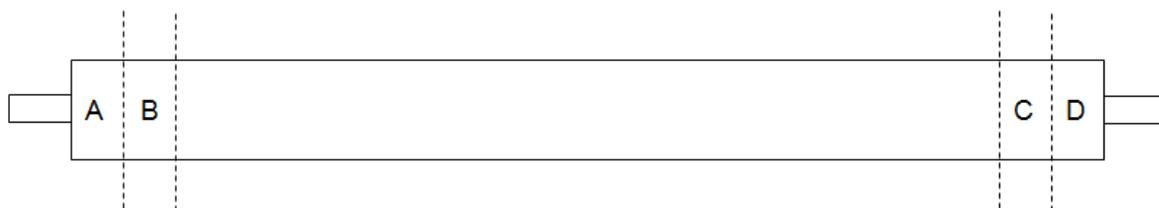


Figura 1. Faixas de revestimento no rolo

Primeiramente foi realizado o jateamento com óxido de alumínio da superfície a ser revestida.

Com intuito de absorver a diferença de dilatação térmica entre o material base do rolo e o revestimento de MoB/CoCr, foi depositado por aspensão térmica uma camada de um material com base em Co, 32% Ni, 21% Cr, 8% Al e 0.5% Y, chamando-a de camada intermediária. Todas as faixas de teste receberam a camada intermediária, com exceção da faixa A. Na faixa B foi aplicado 20 $\mu$ m de espessura, na faixa C 40 $\mu$ m e na faixa D 60 $\mu$ m.

Logo após a aplicação da camada intermediária foi aplicado o revestimento de MoB/CoCr, com uma camada com espessura de 78 $\mu$ m.

Finalizando o processo foi aplicado nitreto de boro em forma de spray, visando promover uma repelência ao rolo quando em contato com o banho de 55%Al-Zn.

As figuras 2, 3, 4, 5 e 6 ilustram o processo de aplicação do revestimento MoB/CoCr.



**Figura 2.** Preparação do rolo para o processo de revestimento



**Figura 3.** Preparação da área a ser revestida



**Figura 4.** Processo de revestimento



**Figura 5.** Diferença de camada de revestimento



**Figura 6.** Rolo finalizado para o experimento

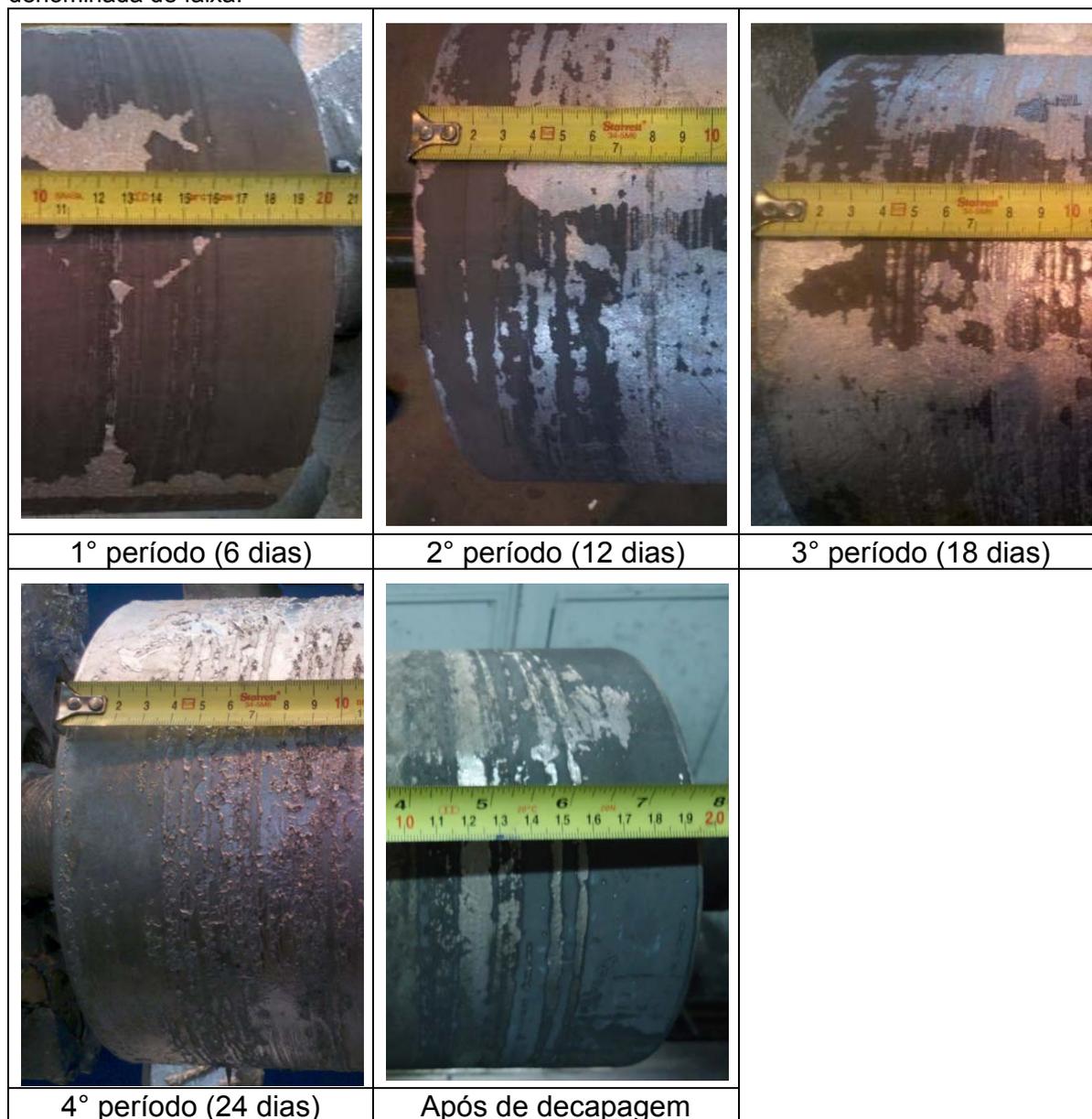
O rolo com as extremidades revestidas foi imerso no banho de 55%Al-Zn em quatro períodos de seis dias cada. Após cada período foi avaliada visualmente a aderência da liga Al-Zn e a integridade do revestimento aplicado.

No final dos quatro períodos foi realizada a decapagem ácida do rolo para verificação do estado do revestimento.

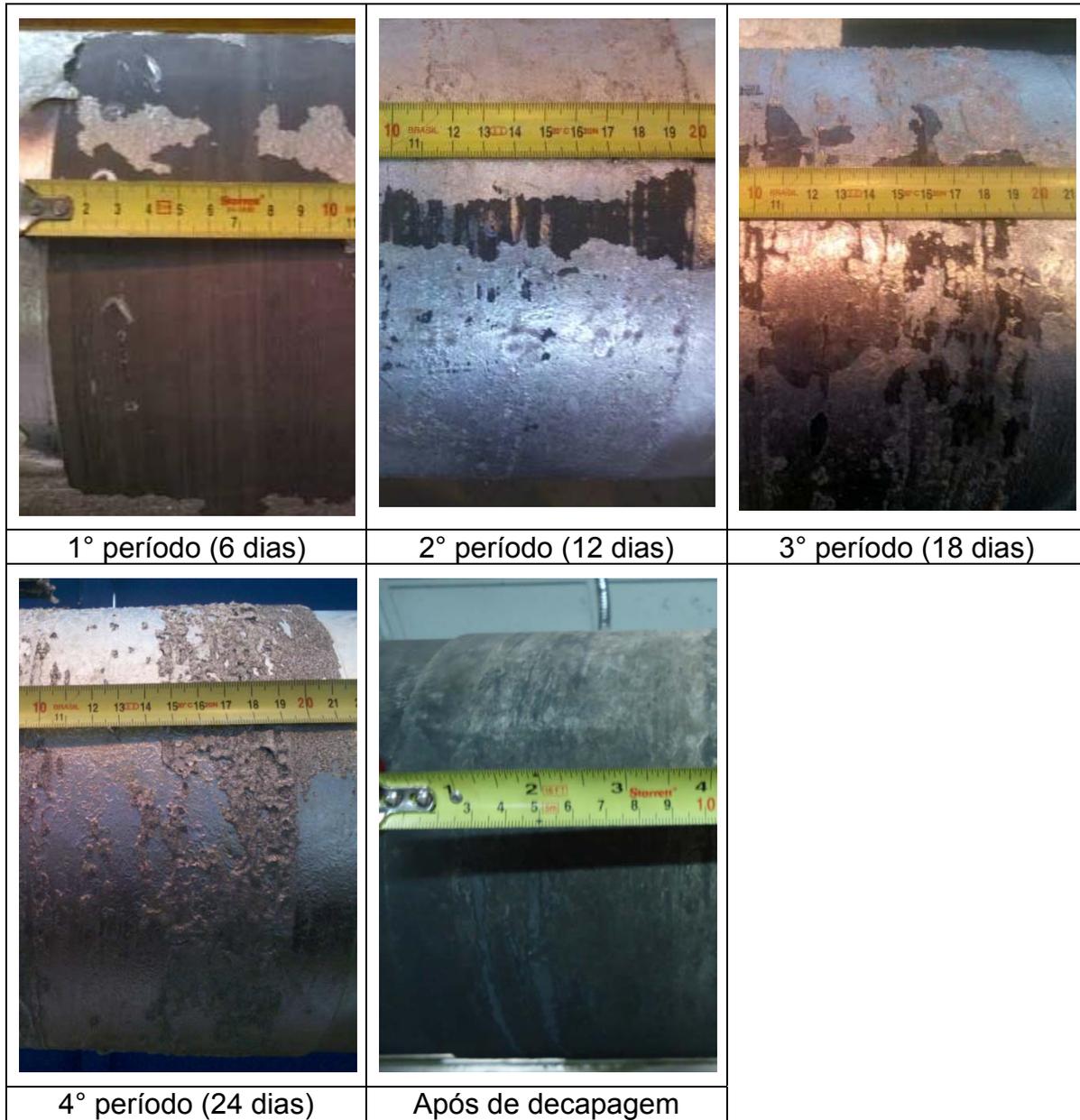
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nos Quadros 1, 2, 3 e 4 é apresentado o aspecto de cada faixa de teste após cada período de imersão no banho de Al-Zn e após a decapagem ácida no final do experimento.

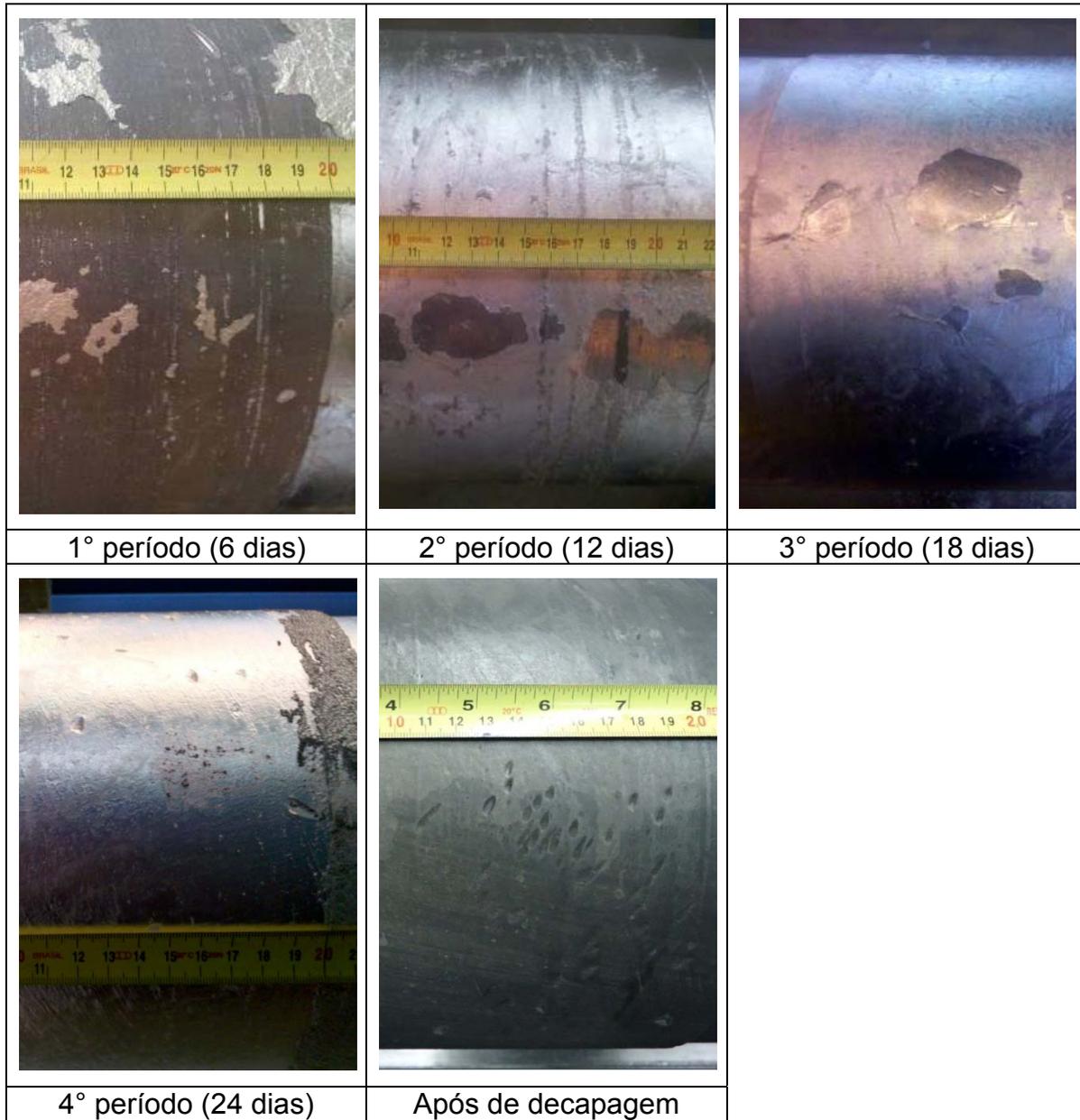
**Quadro 1.** Monitoramento do revestimento MoB/CoCr aplicado diretamente no material base, denominada de faixa.



**Quadro 2.** Revestimento MoB/CoCr aplicado sobre revestimento intermediário de 20 $\mu$ m, denominada de faixa B.



**Quadro 3.** Revestimento MoB/CoCr aplicado sobre revestimento intermediário de 40µm, denominada de faixa C.



**Quadro 4.** Revestimento MoB/CoCr aplicado sobre revestimento intermediário de 60µm, denominada de faixa D.

		
1º período (6 dias)	2º período (12 dias)	3º período (18 dias)
		
4º período (24 dias)	Após de capagem	

Com base na observação do aspecto visual do rolo após cada período de utilização, foi possível determinar o momento do fim da vida útil do revestimento. A figura 7 demonstra a durabilidade de cada faixa de revestimento, em dias e períodos de imersão.

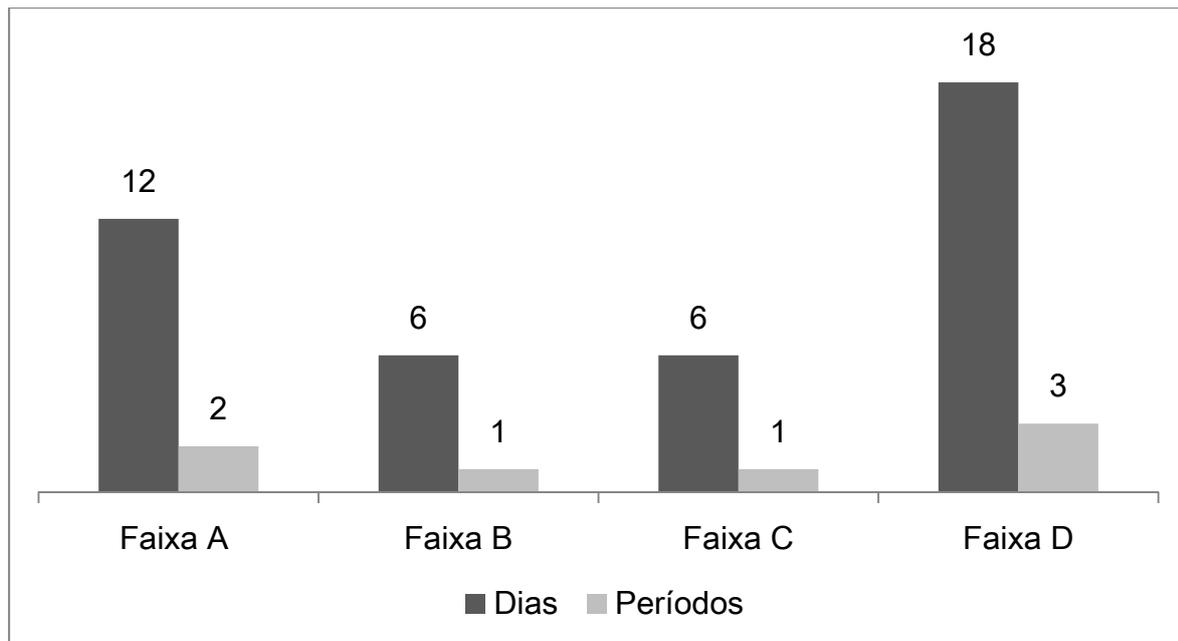


Figura 7. Vida útil do revestimento de MoB/CoCr

Observou-se que o revestimento aplicado na faixa B e C teve durabilidade de apenas seis dias em um período de utilização. Após o término do segundo período, notou-se forte aderência da liga Al-Zn na superfície do rolo. Nestas duas faixas, notou-se que após o terceiro período de uso, dezoito dias, já era muito pequena a presença de revestimento no rolo. Após a decapagem ácida, não foi observado a presença de MoB/CoCr.

Contrariando a pesquisa realizada, não foi observada uma falha catastrófica quando não foi utilizado uma camada intermediária antes do revestimento com MoB/CoCr, neste caso representada pela faixa A. Porém, este não foi o melhor resultado obtido no experimento, após doze dias de uso em dois períodos, foi observado que o revestimento não estava mais realizando sua devida função.

O melhor resultado encontrado foi na faixa D, quando foi utilizado 60µm de camada intermediária e 78µm de revestimento de MoB/CoCr. Nesta faixa, notou-se boa repelência a liga de Al-Zn durante três períodos e dezoito dias de imersão. Após decapagem ácida no término do experimento, ainda estava presente boa parte de revestimento na superfície do rolo.

#### 4 CONCLUSÃO

O melhor desempenho obtido, com 18 dias e 3 períodos de imersão, não é economicamente viável para a maioria das linhas de galvanização à quente.

É essencial o uso de uma camada de revestimento intermediário para absorção da dilatação térmica do material base. A maior camada de revestimento intermediário utilizada no teste foi 60µm, onde se teve o melhor resultado.

Sendo assim, sugere-se para um próximo experimento utilizar camadas de revestimento intermediário com espessura entre 60 e 100µm. Também se sugere aumentar a camada de MoB/CoCr de 78µm para 100µm. Outras composições de revestimento intermediário podem ser avaliadas para um próximo experimento.

## Agradecimentos

É passível de agradecimento a empresa Alpha Metalização Ltda que viabilizou a importação da matéria prima do Japão, além de disponibilizar seus equipamentos de aspersão térmica e seu conhecimento técnico.

Agradecemos a ArcelorMittal que proporcionou a realização do experimento em sua linha de galvanização à quente.

## REFERÊNCIAS

- 1 Matthews S, James B. Review of thermal spray coating applications in the steel industry: part 2 – zinc pot hardware in the continuous galvanizing line. *Journal of Thermal Spray Technology*. 2010; 19 (6): 1277-1286.
- 2 Paolonelli LD, Cabo A, Migliorino D, Simison S. The effect of nitriding 316L stainless steel on the kinetics of reaction layers formation in molten 55% Al-Zn alloy. In: *International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet*; 2011; Italy. Genova: GALVATECH, 2011. p. 1-8.
- 3 Mizuno H, Kitamura J. MoB/CoCr cermet coatings by HVOF spraying against erosion by molten Al-Zn alloy. *Journal of Thermal Spray Technology*. 2007; 16 (3): 404-413,