

## RESUMO

Na presente tese foi investigado o desempenho de camadas de organo-silanos sobre chapas de aço-carbono, similares às utilizadas na fabricação de veículos da indústria automobilística. As técnicas utilizadas neste estudo compreenderam a Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) e a Resistência de Polarização Linear, por meio das quais foram determinadas respectivamente, as propriedades resistivas dos filmes e a redução das velocidades de corrosão do substrato. O estudo compreendeu a avaliação de diversos organo-silanos funcionais e não-funcionais, submetidos a diferentes condições experimentais. Os ensaios preliminares tiveram por finalidade selecionar aqueles com melhor desempenho como sistemas de proteção em monocamadas. A partir desta seleção e, informações da literatura, novos ensaios foram conduzidos por meio de um Projeto Fatorial de Experimentos, combinando os silanos funcionais com melhor desempenho com outro silano não-funcional, designado como 1,2-bis(trietoxilsilil)etano (BTSE). Esta combinação teve por finalidade produzir camadas duplas de silanos para proteger o aço-carbono.

As variáveis independentes estudadas foram a combinação entre as camadas de BTSE e do silano funcional, além das condições de hidrólise, temperatura e tempo de cura destes filmes. As variáveis dependentes ou resposta utilizadas foram: a impedância real a 0,03 Hz, obtida no ensaio de EIE, e a densidade de corrente de corrosão, originada das medidas de Resistência de Polarização Linear. Dentre as várias alternativas testadas, os melhores resultados foram apresentados pela combinação de camadas de BTSE com bis-( $\gamma$ -trimetoxisililpropil)amina (BTSPA) e BTSE com VS (viniltriétoxissilano) onde a primeira combinação determinou uma redução da ordem de 95% na velocidade de corrosão em relação a uma chapa sem tratamento e uma perda de espessura da ordem de 70% menor que um corpo-de-prova revestido apenas com uma camada convencional de fosfatização. O BTSPA já na seleção inicial havia demonstrado excelentes resultados de proteção apenas como película monocamada, tendo seu desempenho melhorado consideravelmente em conjunto como o BTSE. Na segunda combinação, a velocidade de corrosão foi 90% menor do que num corpo-de-prova desprotegido e até 40% menor do que num corpo-de-prova revestido com uma camada de fosfato.

## ABSTRACT

The aim of this thesis was the investigation performance of organo-silane layers on mild steel, similar to that used in car bodies in automotive assembly plants. The electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and the polarization resistance ( $R_p$ ) were used as tools to evaluate the resistive layers properties and the substrate corrosion rate, respectively. Several non-functional and functional silanes were evaluated under different experimental conditions. Preliminary testing was conducted in order to select the silane with best performance as monolayer protection. Based on this preliminary performance results and supplementary information from papers, new tests were conducted using a design of experiments (DOE), combining the best functional monolayers silanes with the non-functional silane 1,2-bis(triethoxysilyl)ethane (BTSE). This combination had the intention to produce double-layers silane films to protect the mild steel. The independent variables tested in DOE were: combination between the BTSE and the functional silane layers, hydrolysis parameters, temperature and the time film curing. The real impedance values at 0,03 Hz, obtained in the EIE tests, and the polarization resistance were taken as response (dependent) variables to evaluate the design. Among the different alternatives, the best results were presented by combining the BTSE layer with the BTSPA (bis-( $\gamma$ -trimetoxysilylpropyl)amine layer and BTSE layer with VS (vinyl triethoxy silane) layer. The first silanes combination had shown a 95% decrease in corrosion rate when compared to a non-treated sheet and a thickness loss 70% lower than on a specimen coated with ordinary phosphate layer.

Already in the initial selection the BTSPA did show excellent protection results just as monolayer film, and its performance increased significantly when applied together with BTSE. The second silanes combination, had presented a 90% decrease in corrosion rate when compared to a non-treated sheet and a thickness loss 40% lower than a specimen coated with ordinary phosphate layer.