



# Desenvolvimento de nanocompósitos poliméricos de PVDF/Zeólitos para aplicações tecnológicas

Universidade do Minho  
Escola de Ciências

## *Development of polymeric nanocomposites based on VDF/Zeolites for technological applications*

Renato Ferreira Gonçalves

Orientadores: Professora Doutora Maria Gabriela Coutinho Soares Lema Botelho

Departamento de Química da Universidade do Minho

Professor Doutor Senentxu Lanceros Mendez

Departamento de Física da Universidade do Minho

Mestrado em Técnicas de Caracterização e Análise Química

### **Resumo**

Os materiais piezoelétricos apresentam uma ampla diversidade de aplicações no campo dos sensores e actuadores. Neste domínio os materiais compósitos têm vindo a ser utilizados pois é possível aumentar a sua resposta elétrica até valores interessantes do ponto de vista tecnológico. Em particular materiais nanocompósitos com polímeros são especialmente interessantes pois apresentam características tais como flexibilidade, facilidade de processamento e possibilidade de ser efectuada modificação química de forma a obter respostas macroscópicas apropriadas para determinadas aplicações. De entre os polímeros o poli(fluoreto de vinilideno) (PVDF) é o material com maior resposta piezoelétrica. A inserção de zeólitos nos materiais poliméricos tem sido alvo de estudo no desenvolvimento de materiais funcionais e em nanotecnologia.

Neste trabalho foram preparados nanocompósitos de PVDF/NaY com o objectivo de aumentar a constante dielétrica face ao polímero puro. Foram realizados estudos de efeitos do solvente, da humidade, da calcinação, de metais, da concentração do metal e por último da concentração de zeólito. Cada um dos estudos tem como objectivo perceber como cada parâmetro contribui para o aumento da constante dielétrica, estes realizados a 16 % de adição de zeólito em massa. Neste sentido, foi verificado que os solventes estudados (dimetilsulfóxido, dimetilformamida e trietil fosfato) apesar de pouca contribuição na constante dielétrica alteram a forma como o filme é cristalizado. Concluiu-se que a humidade aumenta a constante dielétrica e que, em casos extremos, pode provocar a degradação do compósito polimérico durante a sua realização. O efeito da calcinação reforça o estudo anterior uma vez que ao ser efectuada a calcinação a humidade é retirada em maior quantidade e portanto provoca uma diminuição da constante. Foi efectuada troca iónica com os metais ferro, níquel, paládio, platina, prata e lítio e foi verificado que a constante dielétrica não aumenta significativamente. Foi seleccionada a platina para estudos posteriores devido às suas propriedades e aplicações no campo da medicina. O efeito da concentração do metal no valor de constante dielétrica não é significativo face à quantidade do metal no zeólito. O efeito da percentagem de adição de zeólito aumenta a constante dielétrica de 6,5 (polímero

## **Abstract**

Piezoelectric materials present a large variety of applications in sensor and actuator field. In this domain composite materials have been used because of the possibility of increasing the electric response till interesting values in what concerns technological applications. Nanocomposite materials with polymers are interesting as they present properties such as, flexibility, processing facilities, and the possibility of performing chemical modifications in order to obtain macroscopic responses adequate for specific applications. Among all the polymers available, poly(vinylidene fluoride) (PVDF) is the material with high piezoelectric values. Zeolite introduction in polymers have been studied along the years in the development of functional materials and in nanotechnology.

In this work PVDF/NaY nanocomposites were prepared with the aim of increasing the dielectric constant when compared to the polymer itself. Several studies were performed such as, solvent effect, humidity, calcination, metal type, metal concentration and at last zeolite concentration. Each study aims to understand how each parameter affects the dielectric constant, these studies being performed with 16% zeolite concentration. It was verified that the solvents studied, ( dimethyl sulfoxide, dimethylformamide and triethyl phosphate) even having a low contribution to the dielectric constant, change the way the film is crystallized. It was concluded that the humidity increases the dielectric constant and, in extreme cases, can induce composite degradation. Calcination effects reinforce the last study performed, as when this procedure is used most of the humidity is kept out and a decrease in the dielectric constant is observed. Zeolite ionic exchange was performed with iron, nickel, palladium, platinum, silver and lithium, and no significantly changes were obtained in the dielectric changes. Platine was selected for the following studies due to its properties and medical applications. Metal concentrations do not affect significantly the dielectric constant. When using zeolite concentrations of 4, 16 and 32 % the dielectric constant increased from 6.5, in the pure polymer, to 11.8, 25.9 and 84.3.