

## APLICAÇÃO DE MATERIAIS PLÁSTICOS EM ENGENHARIA CIVIL

J. L. Barroso de Aguiar

Assistente da Área de Engenharia Civil  
da UNIVERSIDADE DO MINHO

### Introdução

Os materiais plásticos desempenham um papel cada vez mais importante como material de construção. A sua aplicação é, no entanto, recente, o que está na origem do desconhecimento quase generalizado das suas propriedades pelos seus utilizadores.

A história das matérias plásticas inicia-se em 1870 com o celuloide (nitrato de celulose). Até 1900, o celuloide foi a única matéria plástica produzida industrialmente. Seguidamente apareceu a galalite e, em 1907, o belga Backeland lançou no mercado a primeira resina de síntese à qual associou o seu nome, baquelite. Utiliza-se em aparelhagem electrónica. A partir desse momento novas matérias plásticas foram-se sucedendo a um ritmo acelerado.

### Classificação dos materiais plásticos

Uma das classificações das matérias plásticas é a que as ordena de acordo com a sua estrutura e sistema de ligação. Assim, temos dois grandes grupos: termoplásticos e termoendurecíveis.

Os termoendurecíveis são aqueles que no processo de fabrico solidificam numa massa formando um corpo sólido e estável que não poderá voltar a amolecer. Estes plásticos não podem, portanto, ser novamente transformados.

Os termoplásticos, pelo contrário, quando sujeitos a temperaturas superiores ao ponto de amolecimento respectivo, podem moldar-se plasticamente, voltando ao estado sólido quando arrefecidos.

Interessa conhecer como se classificam, segundo este critério, os materiais plásticos de maior utilização em engenharia civil. No quadro I pode ver-se essa divisão. As letras indicadas entre parêntesis são as siglas de identificação fixadas pela NP-490 de 1970. A designação química das matérias plásticas é, geralmente, bastante extensa. Para simplificar a

sua referência estabeleceram-se siglas de identificação formadas, em geral, pelas iniciais dos compostos que, por condensação ou por adição, lhes deram origem.

QUADRO I

TERMOPLASTICOS	TERMOENDURECÍVEIS
Acetato de celulose (CA)	Fenol - formaldeído (PF)
Polietileno (PE)	Ureia - formaldeído (UF)
Polipropileno (PP)	Melamina - formaldeído (MF)
Poliestireno (PS)	Poliéster insaturado (UP)
Poli (cloro de vinilo) (PVC)	Epóxido (EP)
Policarbonato (PC)	Silicone (SI)
Poli (acetato de vinilo) (PVAC)	
Poli - isobutileno (PIB)	
Poli (metacrilato de metilo) (PMMA)	
Poliamida (PA)	

A referida norma toma como base a nomenclatura inglesa e, no caso dos polímeros, as iniciais dos monómeros são precedidas da letra P (inicial de polímero).

Do ponto de vista do comportamento elástico podemos fazer outra divisão, em que se dividem estes produtos em plásticos e elastómeros.

Os plásticos, propriamente ditos, são extremamente deformáveis e aplicada uma carga o material deforma-se, sendo a recuperação da elasticidade muito lenta.

Os elastómeros são materiais plásticos mais resistentes, em que o seu comportamento elástico é rápido, cessada a carga o material volta à forma inicial. Os plásticos deste grupo tem aplicação em aparelhos de apoio. Os silicones e os poli-isobutileno incluem-se neste grupo.

### Fabrico dos plásticos

O processo de unir monómeros para formar polímeros é designado por polimerização e pode constar quer duma condensação quer duma adição.

No primeiro processo, monómeros ou grupos de monómeros são unidos quimicamente pela interação de unidades activas em cada um. Frequentemente, neste processo, água, álcool ou ácido clorídrico são libertados como subproduto.

No processo de adição, os monómeros unem-se entre eles sem interferência de outros produtos. Neste processo, os produtos formados têm a mesma composição que a dos monómeros dos quais foram produzidos.

A produção de materiais plásticos pode dividir-se em três fases que algumas vezes se sobrepõem. Na primeira fase as matérias primas são transformadas em compostos plásticos básicos na forma de grãos, pó ou resinas líquidas. As matérias primas são muito diversificadas, podemos citar o petróleo bruto, o carvão, o ar, o cloreto de sódio, o enxofre, a cal, a celulose, o amoníaco, a água, o flúor e a sílica.

Numa segunda fase os compostos básicos são transformados em chapas, filmes, tubos, varões e outras formas sólidas ou semisólidas. Durante este processo, os plásticos são, geralmente, combinados com um ou mais materiais para se obterem certas propriedades físicas. Introduzem-se por exemplo, fibras de amianto, fibras de vidro, fibras vegetais, solventes, plastificantes, cargas, endurecedores, estabilizadores, matérias corantes, pigmentos, retardadores de combustão, fungicidas, desodorizantes, lubrificantes, etc.

Como última fase do processo de fabrico temos aquela em que é dada forma final ao produto.

Os materiais plásticos podem adquirir a sua forma final através de numerosos processos como: moldagem por injeção, por sopro, por rotação, por expansão de gotas, por compressão, por transferência ou por vazamento, termoformação, extrusão, laminagem e calandragem.

### Propriedades dos materiais plásticos

Devido à diversidade de polímeros, copolímeros e modificantes, a variedade de propriedades dos plásticos úteis para a engenharia civil é muito grande. Entre as propriedades que mais interessa conhecer temos: resistências mecânicas, massa volúmica, ductilidade, tenacidade, dureza, características visuais ópticas, resposta aos agentes térmicos, permeabilidade, resistência ao choque, resistência ao atrito, resistência ao desgaste, resistência a águas agressivas e durabilidade.

De entre estas propriedades as que apresentam problemas maiores são a resposta aos agentes térmicos e a durabilidade. Nas restantes, o comportamento dos plásticos quando comparado com o de outros materiais de construção é bom.

O comportamento dos plásticos ao calor é mau. Como todos os materiais para a construção, os plásticos dilatam-se e contraem-se ao aumentar e diminuir a temperatura, mas para muitos plásticos a variação é apreciavelmente maior que para muitos outros materiais de construção. Os coeficientes de dilatação térmica dos plásticos variam entre  $1,5 \times 10^{-5}$  para os poliésteres reforçados e  $20 \times 10^{-5}$  para os polietilenos, ou seja são 1,5 a 20 vezes superiores aos do aço e do betão.

A resistência térmica da maior parte dos plásticos é baixa (de 70 a 250° C). Os termoplásticos são os menos resistentes amolecendo a temperaturas entre os 70 e os 120° C. Os silicones são os mais resistentes, podendo trabalhar a temperaturas da ordem dos 250° C. Alguns plásticos têm o inconveniente de libertarem matérias tóxicas durante a sua combustão.

Com o tempo os plásticos envelhecem, ou seja, são sujeitos a uma degradação lenta que afecta as suas propriedades. A resistência e a dureza diminuem e tornam-se baços e moles. Este envelhecimento é acelerado pela acção conjunta da temperatura, do ar e da luz (raios ultravioletas).

### Aplicações dos materiais plásticos

O engenheiro civil que pretenda utilizar materiais plásticos tem que estar atento à sua qualidade. O controlo de qualidade é muito importante, tal como acontece para todos os materiais de construção. Nos Quadros II.1 e II.2 apresentam-se as Normas Portuguesas em vigor relativas a materiais plásticos. Estas normas são ainda escassas e não cobrem todas as aplicações possíveis dos plásticos, em muitos casos torna-se necessário fazer uso de normas estrangeiras.

### Canalizações

Nos últimos anos os tubos em plástico têm substituído outros materiais como o ferro fundido, o latão, o chumbo, o cobre e o grés, na montagem de condutas industriais, na canalização de águas e esgoto, em condutas de petróleo e em sistemas de irrigação. Os plásticos mais usados são o polietileno, o poli (clorato de vinilo) e os poliésteres reforçados com fibra de vidro.

## QUADRO II.1

## Materiais plásticos - Normas

Norma	Ano	Título
NP 253	1962	Tubos de material plástico de secção circular para transporte de fluidos. Diâmetros exteriores e pressões nominais.
NP 490	1970	Plásticos. Siglas de identificação.
NP 558	1969	Tubos de polietileno. Determinação do índice de fusibilidade do polietileno.
NP 691	1972	Tubos de polietileno de massa volúmica baixa para canalização de água e esgoto. Características e recepção.
NP 692	1972	Tubos de polietileno de massa volúmica baixa. Ensaio de pressão interior.
NP 706	1970	Materiais plásticos. Ambientes atmosféricos de condicionamento e de ensaio.
NP 786	1970	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Determinação da espessura.
NP 787	1970	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de resistência ao cigarro aceso.
NP 788	1970	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de resistência aos produtos domésticos.
NP 789	1970	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de comportamento em água em ebulição.
NP 790	1970	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de resistência térmica superficial.
NP 791	1970	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de resistência hidrotérmica superficial.
NP 792	1970	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de absorção de água.
NP 925	1972	Tubos de polietileno. Ensaio de estabilidade das dimensões.

## QUADRO II.2

## Materiais plásticos - Normas

Norma	Ano	Título
NP 948	1973	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de incombustibilidade.
NP 1198	1976	Materiais plásticos. Ensaio de tracção.
NP 1372	1976	Tubos de material plástico. Uniões. Ensaio de pressão interior.
NP 1373	1976	Placas de materiais plásticos termoendurecidos ou termoplásticos. Ensaio de choque.
NP 1452	1977	Tubos de Poli (cloreto de vinilo) não plastificado. Determinação da deformação longitudinal quente.
NP 1453	1977	Tubos de Poli (cloreto de vinilo) não plastificado. Ensaio de choque a zero graus centígrados.
NP 1454	1977	Tubos de Poli (cloreto de vinilo) não plastificado. Ensaio de resistência a acetona.
NP 1455	1977	Tubos de Poli (cloreto de vinilo) não plastificado. Ensaio de resistência ao ácido sulfúrico.
NP 1456	1977	Tubos de Poli (cloreto de vinilo) não plastificado. Ensaio de pressão interior.
NP 1487	1977	Tubos de Poli (cloreto de vinilo) Não plastificado. Para canalizações de água e de esgoto. Características e recepção.
NP 2121	1983	Materiais plásticos reforçados de vidro. Determinação da dureza Barcol.
NP 2122	1983	Materiais plásticos e borrachas. Materiais celulares. Determinação das dimensões lineares.
NP 2123	1983	Materiais plásticos. Materiais celulares rígidos. Ensaio de compressão.
NP 2124	1983	Materiais plásticos. Materiais celulares rígidos. Ensaio de estabilidade dimensional.
NP 2125	1983	Materiais plásticos e borrachas. Materiais celulares. Determinação da massa volumica aparente.

As vantagens relativamente a outros materiais são elevada resistência à corrosão electroquímica, baixa condutibilidade eléctrica, flexibilidade, leveza e estabilidade química. O preço de instalação e as despesas de conservação das condutas em plástico são inferiores às das condutas metálicas.

A baixa resistência ao calor dos tubos em plástico é a sua propriedade desfavorável; por exemplo os tubos em poli (cloreto de vinilo) não podem ser utilizados para o transporte de líquidos a temperaturas superiores a 60° C. Outros plásticos como o polietileno rígido já podem utilizar-se para o transporte de água quente.

As características e as condições de recepção dos tubos de polietileno de massa volúmica baixa destinados a canalizações de água ou de esgoto são fixadas pela NP 691 de 1972. As características a verificar são: características gerais (aspecto, cor, marcação e acondicionamento), dimensões, índice de fusibilidade, estabilidade das dimensões e resistência à pressão interior.

A NP 1487 de 1977 fixa as características e as condições de recepção dos tubos de poli (cloreto de vinilo) não plastificado destinados a canalizações de água ou de esgoto. Fixa também as características de resistência e as condições de recepção das respectivas uniões. As características a verificar são: características gerais (aspecto, cor, opacidade, marcação e acondicionamento), dimensões, deformação longitudinal a quente, resistência ao choque a 0° C, resistência à acetona, resistência ao ácido sulfúrico e resistência à pressão interior.

#### Revestimento de pavimentos e paredes

Tem grande vantagem o uso de materiais plásticos em revestimento de pavimentos e paredes, pois são revestimentos uniformes, com ou sem juntas, higiénicos, permitem bom isolamento acústico e térmico, de fácil lavagem, com grande resistência ao desgaste, ao choque e a agentes químicos e apresentam bom efeito decorativo.

Os plásticos mais usados para este efeito são o poli (cloreto de vinilo) e o poli (acetato de vinilo). Estes materiais podem apresentar-se sob três formas: em rolos (telas), em placas e em emulsões para a realização de pavimentos monolíticos.

Para o acabamento de paredes interiores utilizam-se, também, revestimentos plásticos devido às suas qualidades decorativas e higiénicas.

Estes materiais podem apresentar-se em rolos, folhas ou placas. Em qualquer caso é sempre necessário atender à aderência à base ( a cola ou mastique a utilizar devem ser os mais apropriados). Para o revestimento exterior de paredes não devem utilizar-se materiais plásticos devido à sua baixa resistência à acção de raios ultravioletas.

### Colas e mastiques

As colas e mastiques à base de polímeros empregam-se na ligação dos mais variados materiais de construção como madeira, aço e betão, entre outros. As colas mais usadas são dos seguintes tipos: fenol, epóxido, poliuretano e poliéster. A escolha da cola a usar deve ter em conta o tipo de materiais a unir. Assim, as colas de fenol são boas para colar plásticos e madeiras. As colas de epóxido utilizam-se para colar betão, alumínio e aço. A cola de poliéster é utilizada na colagem de plásticos reforçados. As colas de poliuretano usam-se para ligar madeira.

As colas à base de poliéster e poliuretano são muito afectadas pela humidade. Por outro lado as colas de poliéster não são estáveis em meios alcalinos, o que desaconselha a sua utilização na ligação de peças de betão.

Os mastiques mais utilizados em vedação de juntas são à base de polisobutileno ou de silicone.

### Conclusão

A aplicação de materiais plásticos como material de construção não se restringe às situações mencionadas. A evolução da engenharia de polímeros é muito grande. Surgem, com frequência, polímeros com propriedades melhores que as dos já conhecidos, o que permite a descoberta de novas aplicações.

Outras aplicações dos materiais plásticos são: artigos sanitários, estores, corrimãos, acessórios de iluminação, puxadores, fechos, caixilhos, cofragens, etc.

Uma preocupação, actual é a durabilidade dos materiais plásticos. Torna-se necessário realizar ensaios de envelhecimento acelerado (sol / chuva / temperatura / gelo) de tal forma que seja avaliado o comportamento dos plásticos existentes e se possa ajudar na formulação de materiais poliméricos mais duráveis.



**BIBLIOGRAFIA**

- A. Komar, Matériaux et éléments de construction,  
Editions Mir, Moscou, 1978
- R. C. Smith, Materials of construction, Mc Graw-Hill,  
Tokyo, 1973
- Companhia Nacional de Petroquímica E.P.,  
Os plásticos na construção civil, Lisboa, 1983
- J. C. Sampaio, Materiais de Construção, Laboratório de Ensaio  
de Materiais, Faculdade de Engenharia da Universidade do  
Porto, 1978.
- J. B. Aguiar, Plásticos, Apontamentos do  
Curso Técnicos de Materiais e Processos de Construção  
Braga, 1987
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Circular de Informação  
Técnica 34, Introdução ao Estudo e Ensaio de Colas  
Orgânicas, Agosto 1973.
- Venâncio C.M.P. e Bordado J.C.M., Utilização em Engenharia Civil  
de materiais poliméricos. Revista da ordem dos engenheiros Nº 7  
Fevereiro de 1987

CEP, International Symposium, Futur des matières plastiques dans les constructions neuves et dans la maintenance, la rehabilitation, la reparation et le renforcement des structures existantes, Liège, 4 - 5 June 1984.

CEP, International Symposium, Matières plastiques et caoutchoucs dans l'étanchéité des constructions du génie civil, Liège, 6 - 7 - 8 June 1984

Symes, Boletins Técnicos Nºs. 13, 20 e 26, 1982

L'Hermité R. , Bétons et mortiers additionnés de résine, Annales de l' I.T.B.T.P. Nº 239, Novembre 67, 1483 - 1498

Hewlett P.C. and Shaw J.D.N., Structural adhesives used in civil engineering in Developments in Adhesives - 1, Applied Science Publishers, 1977

Kölling K. , Propriedades dos materiais rígidos de poliestireno expandido e sua aplicação na construção civil. Plásticos Nº 5 - 1968.

Hemond G. , Les étanchéités de tunnels à l'aide de polymères. Tunnels et ouvrages souterrains, 35, Set. Out. 1979