



# Polímeros Superabsorventes

## Potencialidades e aplicações

Fátima Rosa, João M. Bordado, Miguel Casquilho \*

### Resumo

O desenvolvimento de compostos macromoleculares capazes de absorver grandes volumes de água ou de soluções aquosas é uma das áreas recentes na investigação da química dos polímeros.

Os polímeros deste tipo, designados habitualmente por *superabsorventes*, têm despertado grande interesse nos últimos anos, numa perspectiva de aproveitamento da sua elevada absorção, dirigida a diversas aplicações tecnológicas. Esta capacidade de retenção tem sido utilizada, por exemplo, em produtos de uso higiénico, como as fraldas para bebés. Entre as mais recentes e prometedoras áreas de aplicação, encontra-se também o melhoramento de solos para utilização florestal ou agrícola, utilizando-se os superabsorventes, neste âmbito, para melhorar a capacidade de retenção de água pelo solo ou para recuperar zonas desertificadas. Também no campo da medicina se preconizam algumas aplicações com potencial interesse.

### Introdução

Os polímeros superabsorventes são materiais hidrofílicos capazes de absorver grandes

quantidades de água ou soluções aquosas, como adiante se verá em detalhe.

O conhecimento público dos primeiros resultados aplicáveis dos polímeros superabsorventes remonta, segundo alguns autores [Brannon-Peppas e col., 1990], ao início da década de 1970-80. Trabalhos determinantes neste domínio são atribuídos à investigação de Fanta e col. no *Northern Laboratory* (do *US Department of Agriculture*) [Yamaguchi e col., 1987]. No início da década de 80, observava-se já um esforço crescente na pesquisa de aplicações possíveis destes materiais, em novas tecnologias.

Os superabsorventes têm sido habitualmente produzidos pela polimerização de ácido acrílico, ésteres acrílicos, acrilamida e outros monómeros insaturados [Chen e col., 1985]. Os produtos assim obtidos podem reter, por alojamento entre moléculas, cerca de 100 a 1000 g de água por grama de polímero inicialmente seco [Ganapathy e col., 1989], estando a maior ou menor capacidade de retenção condicionada por diversos factores estruturais. Os superabsorventes apresentam um vasto potencial de aplicação, encontrando-se muitas das aplicações ainda no início do seu desenvolvimento. Presentemente, a absorção de fluidos fisiológicos constitui a aplicação

mais frequente [Neppel e col., 1988]. Nomeadamente, a maioria dos produtores de fraldas incorporam-lhes poliacrilato de sódio,  $(\text{CH}_2=\text{CHCOONa})$  [Glass e col., 1990], obtido da neutralização (ainda que parcial) e posterior polimerização do ácido acrílico,  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ . Nesta aplicação, a utilização de superabsorvente tem o duplo objectivo de diminuir a espessura da camada e aumentar o poder de absorção.

Outro potencial domínio de aplicação é na agricultura e floresta, podendo-se conseguir resultados tais como:

- ▶ Melhoramento das condições ecológicas em áreas desertificadas ou em vias de desertificação, podendo mesmo o superabsorvente ser o suporte da vida nestas zonas;
- ▶ Recuperação de solos por florestação;
- ▶ Atenuação do impacto da seca;
- ▶ Incremento da retenção da água à superfície em solos aráveis, proporcionando melhores condições de germinação às culturas.

No campo da medicina, as aplicações dos superabsorventes têm também apresentado desenvolvimento notável, registando-se entre outras finalidades [Anon., 1985]:

- ▶ Aplicação em lentes de contacto flexíveis;
- ▶ “Veículo” de libertação controlada de medicamentos (“slow release”).

Uma outra aplicação de muito interesse é a utilização no processo de separação [Grimshaw e col., 1988; Freitas e col., 1987] de soluções diluídas de materiais orgânicos ou biológicos, como por exemplo para remover a água do soro do queijo [Cussler e col., 1984]. Aplicam-se, também, em filtros de combustíveis para remover a água como contaminante.

Pode-se, pois, afirmar que, dada a importância potencial dos superabsorventes, há um claro interesse em continuar a investigação nesta área.

### Aspectos gerais; classificação

A palavra “polímero” (termo técnico de origem grega) indica, como se sabe, a presença de *muitas* (poli-) *partes* (meros) constitutivas. No âmbito da Química, este termo aponta para a combinação de um número não especificado de unidades, os “monómeros”, que se repetem na estrutura molecular

do polímero deles derivado, sendo então, neste contexto, designados simplesmente por “meros”. O termo “polímero” é, pois, utilizado para descrever substâncias de massa molecular tipicamente elevada.

Este tipo especial de polímeros, que podem absorver quantidades consideráveis de fluidos, tem vindo a ser designado por *polímeros superabsorventes* ou, mais simplesmente, *superabsorventes*. O efeito de absorção resulta do alojamento de moléculas relativamente pequenas entre as moléculas do polímero, que, assim, se afastam umas das outras.

Por depender do contexto e da aplicação, o critério de classificação em polímeros de baixo e alto peso molecular é mal definido. Concretamente, os polímeros de “muito baixo” peso molecular, isto é, com relativamente poucos meros, são habitualmente designados por *oligómeros*.

A caracterização completa dos superabsorventes no que respeita à sua capacidade e velocidade de absorção torna-se difícil. Por um lado, para um mesmo superabsorvente, a capacidade de retenção de diversos fluidos é muito variável. Por outro lado, no que respeita à velocidade de absorção, que depende de muitos factores, não existe um método único estabelecido para a sua determinação. Uma definição qualitativa dum superabsorvente classifica-o como: um material que absorve espontaneamente quantidades de fluidos significativamente maiores do que podem absorver os feltros de fibras ou outros materiais convencionalmente absorventes [Chen e col., 1985]. Os superabsorventes hidrofílicos, quando imersos num excesso de água, expandem até ao seu volume de equilíbrio, absorvendo água, mas não se dissolvem. Em geral, apresentam estabilidade mecânica, podendo resistir a repetidos ciclos de absorção-dessorção.

### Os primeiros superabsorventes

Uma das propriedades que atraiu a atenção dos investigadores foi a interessante capacidade de alguns dos polímeros para absorverem quantidades razoáveis de líquidos. Assim, durante o período de 1939-60, sintetizaram-se vários polímeros absorventes, a par do desenvolvimento que já se vinha registando na química dos polímeros nos finais da década de 1940, graças ao recurso a novos monómeros e à descoberta de novas técnicas de

polimerização [Allcock e col., 1981; Stevens, 1990]. Só daí em diante as aplicações práticas dos polímeros absorventes começaram a ter alguma importância. No início dos anos 70, e tendo a água como fluido, o trabalho de Fanta e outros investigadores para o *Northern Laboratory (US Department of Agriculture)* revelou as extraordinárias potencialidades absorventes dos mencionados superabsorventes [Yamaguchi e col., 1987].

### Principais aplicações

Nos últimos anos, várias aplicações de polímeros superabsorventes têm-se revelado de particular interesse. Uma parte significativa do actual mercado tem sido relacionada com produtos de cuidados higiénicos, perspectivando-se a utilização numa gama variada de outras aplicações, adiante detalhadas, tais como: agricultura em geral e medicina (cuidados médicos).

#### (i) Aplicações na agricultura

Sendo a água indispensável à vida na Terra, um dos mais graves problemas com que a agricultura se tem confrontado é a sua escassez – em vários continentes –, que dificulta o desenvolvimento e a sobrevivência das plantas, com a conseqüente diminuição da produção agrícola. Um outro problema que ultimamente tem adquirido crescente importância é a contaminação dos solos e águas subterrâneas, resultante da lixiviação de fertilizantes, fitofármacos e respectivos produtos de biodegradação (correntemente designados por metabolitos).

Os polímeros superabsorventes, devido à sua grande capacidade de absorção de água, podem revelar-se muito úteis em casos como os citados, melhorando a capacidade de retenção da água e nutrientes nos solos, assim se conseguindo uma mais adequada gestão dos recursos hídricos disponíveis. De facto, além das perdas devidas à evaporação superficial, podem assumir especial relevância as perdas por infiltração até camadas profundas, tanto mais graves quanto mais ligeira ou arenosa for a textura do solo. Ambos os casos resultam numa maior dificuldade por parte das plantas no acesso à água que lhes é necessária.

No que respeita à contaminação do solo, nomeadamente por fertilizantes, os superabsorventes, misturados com a terra, absorvem

parte da solução fertilizante aí existente, que é retida em partículas de consistência gelatinosa. À volta destas, as raízes podem crescer, extraíndo, progressivamente, os elementos fertilizantes assim retidos na zona superficial do solo, precisamente onde têm maior eficácia. Esta característica pode revelar-se decisiva (i) na cultura de plantas em viveiros e nos períodos de pós-transplantação, (ii) em espécies florestais, (iii) em espécies agrícolas e (iv) em jardinagem [Masuda, 1983]. Na Figura 1 [(a) a (d)], apresenta-se em forma esquemática o funcionamento do sistema em várias das suas fases.

Ao absorverem e armazenarem a água, os polímeros constituem reservas que permitirão o crescimento sustentado das plantas,

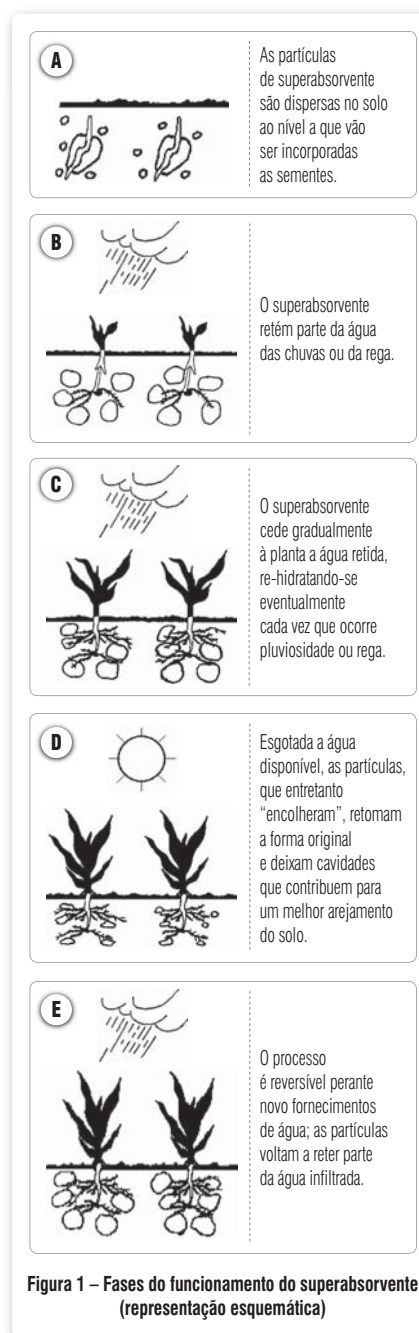


Figura 1 – Fases do funcionamento do superabsorvente (representação esquemática)

pois o grau de humidade do solo torna-se mais estável e as substâncias nutritivas vão ter em geral um melhor aproveitamento.

As soluções dos nutrientes permanecerão durante maiores períodos de tempo nas zonas do solo onde podem ser absorvidas pelas plantas, verificando-se, em conclusão, que as plantas são alimentadas de forma mais eficiente.

É também de referir que a aplicação de superabsorventes atenua as variações da temperatura do solo no ciclo diário em regiões de clima extremo [Azzam, 1981], efeito que é plausível dado o alto calor específico da água.

Pode, portanto, dizer-se que o interesse fundamental do uso de superabsorventes em agricultura se centra na melhor gestão da água, com a conseqüente redução de custos de irrigação e aumento de produtividade. Esta acção pode revelar-se mesmo indispensável ao processo produtivo em situações onde a escassez de água seja o factor limitante.

### (ii) Aplicações na medicina

No âmbito da química dos polímeros, em geral, e dos superabsorventes, em particular, é actualmente bastante activa a investigação dirigida a materiais compatíveis com utilizações em medicina – sendo-lhes por vezes atribuída a designação de *biomateriais* [Ringsdorf, 1975], ainda que impropriamente.

É corrente a aplicação de polímeros superabsorventes como suporte para medicamentos a serem difundidos de forma progressiva, efeito este que se consegue por controlo da difusão através do agregado de moléculas de polímero. Como aplicações comerciais con-

cretas, podem citar-se a libertação da prostaglandina E<sub>2</sub> para indução do parto, fornecimento de níveis adequados de morfina em analgesia pós-operatória e de insulina a diabéticos [Anon., 1985].

O poli(metacrilato de 2-hidroxiétilo) (Figura 2), polímero resultante do monómero  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ , é um dos superabsorventes de interesse. Utiliza-se no revestimento de materiais cirúrgicos, tais como cateteres, “by-passes”, cânulas, membranas de rins artificiais [Bruck, 1976], nomeadamente na forma de implantes, sendo utilizado em quase todos os ramos da cirurgia.

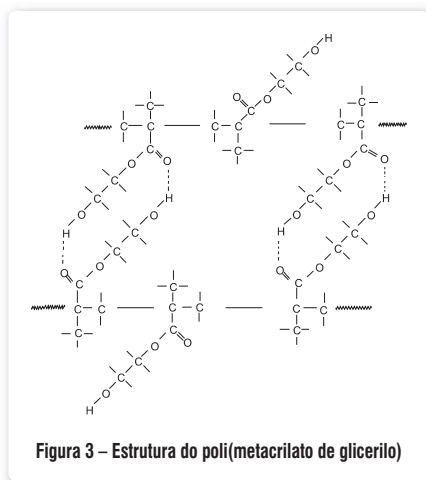


Figura 3 – Estrutura do poli(metacrilato de glicerilo)

Para a fabricação de lentes de contacto flexíveis, pode mencionar-se a utilização de poli(metacrilato de glicerilo) (Figura 3), ou seja, poli[métacrilato de (1,2,3-tri-hidroxi-propilo)], devido à sua transparência em relação à radiação visível e estabilidade de forma.

### Conclusão

Desde há muito que as propriedades dos polímeros em geral têm sido aproveitadas. O caso específico dos superabsorventes também não é excepção, e desde o seu aparecimento se tem procurado extrair vantagens das suas características únicas.

A propriedade típica dos polímeros superabsorventes, isto é, poderem absorver água e “inchar” em grau significativo sem se dissolverem, tem encontrado aplicações no campo da higiene, medicina e, mais recentemente, no âmbito da agricultura e da floresta.

O desenvolvimento dos processos de libertação controlada de água para utilização na agricultura não tem sido mais rápido meramente por razões de ordem económica. Tudo

indica, no entanto, que as aplicações destes polímeros crescerão rapidamente no futuro próximo, porquanto não só apontam para a resolução de diversos problemas técnicos, como também, concretamente, contribuem para a protecção do ambiente e uma melhor gestão da água.

### Agradecimentos

A investigação subjacente a este estudo efectuou-se no Centro de Processos Químicos do Instituto Superior Técnico (Universidade Técnica de Lisboa). Os autores pertencem ao Departamento de Engenharia Química (IST).

\* Departamento de Engenharia Química,  
Instituto Superior Técnico  
Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa – Portugal  
Tel.: 21 841 70 00 – Fax: 21 849 92 42

### REFERÊNCIAS

- Allcock, H. R., F. W. Lampe, 1981, “Contemporary Polymer Chemistry”, Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Anonymous, 1985, “Drug delivery systems”, *Chemistry and Industry*, 7, 6–9.
- Anonymous, 1992, “Covering the complexities of African market”, *Pests & Diseases*, Brighton Crop Protection Conference, special supplement, Nov.
- Azzam, Reda, 1981, “RAPG for reclaiming and ameliorating soils and soilless substrates of hydroponic systems”, Egyptian Pat. N.º 311.
- Bruck, Stephen D., 1976, “Polymeric materials in the physiological environment”, *Pure & Appl. Chem.*, 46, 221–226.
- Chen, Chyi-Cheng, Jayson C. Vassallo, Pronoy K. Chatterjee, 1985, “Synthetic and Natural Polymers”, *Text. Sci. Technol.*, 7 (absorbency), 197–216.
- Cussler, E. L., M. R. Stokar, J. E. Varberg, 1984, “Gels as size selective extraction solvents”, *AIChE Journal*, 30, 578–582.
- Freitas, R. F. S., E. L. Cussler, 1987, “Temperature sensitive gels as extraction solvents”, *Chem. Eng. Sci.*, 42, 97–103.
- Glass, J. E., G. Swift, 1990, “Agricultural and Synthetic Polymers. Biodegradability and Utilization”, Ed. American Chemical Society, Washington, DC, Chap. 1, 2–4.
- Grimshaw, P. E., A. J. Grodzinsky, M. L. Yarmush, D. M. Yarmush, 1988, *Chem. Eng. Sci.*, 44, 827–840.
- Masuda, F., 1983, “Super absorbent polymers – characteristics and trends in development of applications”, *Chemical Economy & Engineering Review*, 15, 19–22, Nov.
- Ringsdorf, Helmut, 1975, “Structure and properties of pharmacologically active polymers”, *J. Polymer Sci.: Symposium*, 51, 135–153.
- Stevens, Malcolm P., 1990, “Polymer Chemistry: an introduction”, 2<sup>nd</sup> ed., Oxford Univ. Press, Chap. 1, 5–7.
- Yamaguchi, M., H. Watamoto, M. Sakamoto, 1987, “Superabsorbent polymers from starch-polyacrylonitrile graft copolymers by acid hydrolysis before saponification”, *Carbohydrate Polymers*, 7, 71–82.

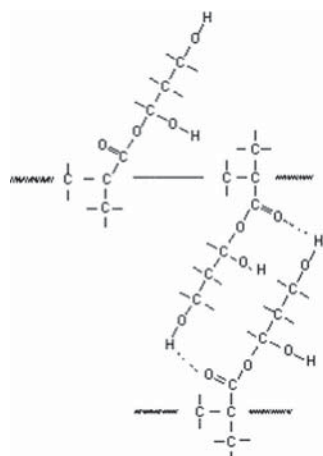


Figura 2  
Estrutura do poli(metacrilato de 2-hidroxiétilo)