



INTRODUÇÃO:

- Os **sistemas de libertação controlada (SLC) de ativos** para regeneração tecidular asseguram uma **administração eficaz** garantindo uma entrega localizada, contínua e bioativa.
- Entre as principais abordagens, destacam-se as **nano e micropartículas; hidrogéis inteligentes; scaffolds funcionalizados** e **sistemas responsivos a estímulos**.

TIPOS DE SLC:

NANO E MICROPARTÍCULAS POLIMÉRICAS

- Compostas por **polímeros naturais** (ex: quitosano, alginato) ou **sintéticos** (ex: PLGA).
- Permitem encapsulação de fármacos hidrossolúveis ou lipofílicos.
- Libertação por **difusão, degradação ou estímulos** (pH, temperatura).

HIDROGÉIS INTELIGENTES

- Redes poliméricas **tridimensionais** altamente hidratadas.
- Capacidade de responder a estímulos externos, libertando os ativos conforme necessário.
- Úteis para **preencher cavidades teciduais** e **libertar** fatores de crescimento de forma **sustentada**.

SCAFFOLDS FUNCIONALIZADOS

- Estruturas **tridimensionais porosas**.
- São **modificados com moléculas bioativas** (como fármacos, fatores de crescimento ou agentes antimicrobianos), permitindo uma **libertação controlada** no local da lesão.

SISTEMAS RESPONSIVOS A ESTÍMULOS EXTERNOS

- Materiais que libertam fármacos como resposta a **luz, campo magnético, ultrassom ou variações ambientais**.

APLICAÇÕES EM
REGENERAÇÃO TECIDULAR:

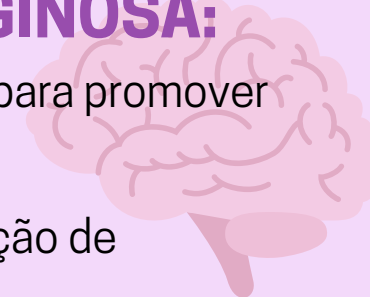
REGENERAÇÃO ÓSSEA:



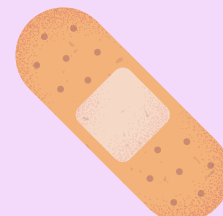
- Scaffold* de colagénio ou hidroxiapatite com libertação sustentada de BMP-2 ou fatores angiogénicos (ex: VEGF).
- Estímula a diferenciação osteoblástica e neoformação óssea.

REGENERAÇÃO NEURAL E CARTILAGINOSA:

- Sistemas híbridos com neurotrofinas (ex: BDNF) para promover crescimento axonal.
- Micropartículas com TGF- β para induzir regeneração de cartilagem hialina.



CICATRIZAÇÃO DE FERIDAS:



- Hidrogéis bioativos com libertação de fatores de crescimento epidérmico (EGF) ou antimicrobianos.
- Promovem reatividade celular, vascularização e controle da infeção.

VANTAGENS DOS SLC:

- Libertação Sustentada e Localizada:** prolonga a ação terapêutica e reduz doses necessárias.
- Proteção do ativo:** evita a degradação enzimática precoce.
- Redução de efeitos adversos:** menor exposição sistémica.
- Sincronização com o processo regenerativo:** libertação conforme a fase de cicatrização.

DESAFIOS DOS SLC:



- Biocompatibilidade e biodegradabilidade** dos materiais.
- Complexidade** da formulação e **controle** rigoroso da libertação.
- Regulação e aprovação** clínica de novos sistemas combinados (dispositivo + fármaco).

CONCLUSÃO:

- Os **SLC de ativos** representam uma **abordagem promissora e multifuncional** na medicina regenerativa.
- Apesar dos avanços significativos, desafios como a **biocompatibilidade**, a **reprodutibilidade** e a **escalabilidade clínica** ainda limitam a sua aplicação generalizada.
- O futuro aponta para **soluções personalizadas e responsivas**, que se adaptem às **necessidades específicas** de cada paciente, consolidando a **libertação controlada** como um pilar fundamental na engenharia de tecido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Sahoo et al. (2024). Nanomedicine-based delivery systems for tissue regeneration. Springer Nanotechnology (25/05/2025)
Da Silva et al. (2022). Controlled delivery of bioactive agents in regenerative medicine. Discover Nano (25/05/2025)
Liu et al. (2018). Drug delivery in tissue engineering. Current Tissue Engineering Reports (25/05/2025)