

# REGENERAÇÃO NATURAL DE PINHEIRO-BRAVO: CONHECIMENTO CIENTÍFICO E OPÇÕES DE GESTÃO QUE REFORÇAM A RESILIÊNCIA DOS POVOAMENTOS

TERESA FONSECA<sup>1,2</sup>, ADELAIDE CERVEIRA<sup>1,3</sup> E PAULA SOARES<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD)

<sup>2</sup> Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB)

<sup>3</sup> Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores, Tecnologia e Ciência (INESC TEC)

<sup>4</sup> Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, Centro de Estudos Florestais

---

O pinheiro-bravo (*Pinus pinaster* Ait.) é a conífera nativa com maior expressão no sudoeste da Europa sustentando sistemas florestais com elevado valor económico, ambiental e social. A sua relevância contrasta com a vulnerabilidade crescente a incêndios, pragas, doenças e eventos climáticos extremos, com impactos na área ocupada e na capacidade de recuperação dos povoamentos. A continuidade destes depende, em larga medida, da sua capacidade de regeneração natural, isto é, a renovação por via natural de semente produzida localmente. O êxito do processo resulta, porém, de uma sequência de fases ecologicamente exigentes e sensíveis a perturbações (incêndio, tempestade, seca, pragas/doenças) e a condicionantes silvícolas. Este texto sintetiza e adapta para disseminação o artigo de revisão de Ribeiro et al. (2022), que reúne evidência científica sobre fatores que condicionam a regeneração natural da espécie e medidas de gestão que a podem favorecer.

## FASES DA REGENERAÇÃO NATURAL

---

A regeneração natural de pinheiro-bravo decorre em três fases: (i) produção e dispersão de sementes, (ii) germinação das sementes/emergência, (iii) sobrevivência e instalação das plântulas. Este processo é influenciado por diversos fatores bióticos e abióticos (Figura 1).



**(i) Produção e dispersão de sementes**

A regeneração inicia-se na presença de árvores-semente com capacidade reprodutiva efetiva. Em geral, a floração ocorre na primavera e a maturação das pinhas requer cerca de 18 meses. Cada árvore pode produzir entre 8 a 30 kg de semente. A dispersão ocorre principalmente por ação do vento e animais, geralmente entre junho e agosto. A semente efetivamente disponível no terreno é frequentemente reduzida por predação (aves, insetos e roedores) e por limitações da estrutura do povoamento e das condições locais, o que contribui para padrões espaciais de regeneração irregulares.

**(ii) Germinação e emergência: papel das condições locais**

A germinação das sementes e a emergência das plântulas dependem sobretudo da humidade do solo e do regime de luz/temperatura ao nível do microssítio. Embora a germinação possa atingir 60 a 95% em condições favoráveis, o sucesso no campo é condicionado pelas características do solo (contacto semente-solo, pedregosidade, matéria orgânica, estabilidade da camada superficial) e pela cobertura de vegetação herbácea e arbustiva, que ajustam a disponibilidade hídrica e os extremos térmicos. Intervenções que promovam locais com bom contacto semente-solo, sem exposição excessiva, tendem a favorecer esta fase. A mobilização do solo no momento da queda da semente tem um impacto positivo.

**(iii) Sobrevivência e instalação: a etapa que mais frequentemente condiciona o resultado**

Em muitos contextos, a fase mais determinante é a sobrevivência das plântulas nos primeiros verões. A combinação de défice hídrico estival, radiação e temperaturas elevadas conduz a mortalidade significativa. À medida que as plântulas se desenvolvem, a espécie revela sensibilidade ao ensombramento prolongado e à competição por água e luz. Fatores bióticos como pastoreio e pisoteio podem reduzir a densidade e o aparecimento de novas plântulas, exigindo medidas de proteção onde a pressão for relevante.



## O PAPEL DO FOGO: ENTRE O ESTÍMULO E A DESTRUIÇÃO

---

O pinheiro-bravo possui adaptações ao fogo que podem favorecer a regeneração pós-fogo, nomeadamente as pinhas serôdias, que se abrem sob ação do calor (cerca de 50 °C) para libertar sementes. Ainda assim, o efeito do fogo é determinado pela:

### Severidade

Esta está relacionada com a identificação e categorização das consequências do fogo. Um fogo de baixa severidade pode estimular a germinação do banco de sementes no solo; em alguns estudos, temperaturas entre 70 e 110 °C no solo, por períodos curtos, tendem a favorecer a germinação. Incêndios de elevada severidade podem consumir pinhas na copa e inviabilizar a semente, comprometendo o sucesso da regeneração natural. Temperaturas acima de 130 °C reduzem a germinação para menos de 50%, e acima de 200 °C o efeito é letal.

### Recorrência

Intervalos curtos entre fogos (<10-15 anos) podem comprometer a viabilidade da regeneração natural, uma vez que a produção de sementes das árvores até essa idade poderá ser limitada.

## IMPLICAÇÕES SILVÍCOLAS E RECOMENDAÇÕES OPERACIONAIS

---

O sucesso da regeneração natural do pinheiro-bravo não é garantido apenas pela biologia da espécie, mas sim pela interação entre fatores ambientais e decisões de gestão. Em cenários de alterações climáticas, com o aumento da aridez e do risco de incêndio, a aplicação de modelos de silvicultura que respeitem os ciclos de maturação e que promovam a resiliência do ecossistema é fundamental para inverter o declínio desta espécie. A evidência sintetizada por Ribeiro et al. (2022) indica que a regeneração natural é favorecida por modelos de gestão que conciliem disponibilidade de semente, condições microclimáticas adequadas e redução de fatores limitantes. A investigação demonstra que a ausência de gestão contribui para o fracasso da regeneração. Para otimizar o processo, a literatura recomenda as seguintes estratégias:

### 1) Cortes finais do povoamento e intensidade de corte

Os cortes sucessivos uniformes ou o sistema de árvores de reserva são, em geral, mais eficazes que o corte raso, pois oferecem proteção lateral e ensombramento inicial benéfico durante a fase de instalação. A intensidade do corte é relevante: reduções moderadas da área basal podem assegurar luz suficiente sem agravar excessivamente o stress hídrico. Em locais com regeneração escassa ou muito irregular, o corte em faixas ou por clareiras pode ser uma alternativa para criar nichos de instalação, permitindo complementar com densificação por regeneração assistida, quando necessário.

### 2) Gestão de sobrantes e interface solo-semente

A manutenção de uma cobertura superficial moderada (por exemplo, sobrantes triturados/estilhaçados) pode contribuir para conservar humidade e amortecer amplitudes térmicas, com efeitos positivos na emergência e favorecendo a densidade e o crescimento das novas plantas. Em contrapartida, a remoção total dos resíduos ou da vegetação cortada pode prejudicar a regeneração, ao causar danos mecânicos às plântulas e reduzir a quantidade disponível de sementes no local.

### 3) Competição com vegetação acompanhante, invasoras e pressão de herbivoria

A vegetação acompanhante tem um efeito duplo. Enquanto alguma cobertura pode proteger plântulas de extremos térmicos, o excesso de coberto e competição limita água e luz. A abordagem recomendável é, por conseguinte, a regulação, ajustada ao local e ao ano. Após perturbações, especialmente após fogo, deve dar-se atenção ao controlo de espécies invasoras, dada a sua capacidade de rápida ocupação e impacto desenvolvimento das novas plântulas. Em áreas de regeneração recente com pastoreio/forte herbivoria, deve promover-se a limitação da pressão com medidas como vedações temporárias ou protetores individuais, para que a regeneração ultrapasse a fase inicial.

### 4) Intervenções pós-fogo: tempo de resposta e manutenção de árvores-semente

Em áreas aridas, intervenções atempadas podem facilitar a regeneração. Recomenda-se a remoção do material queimado idealmente nas primeiras duas semanas após o fogo ou, no máximo, até à primavera seguinte, para garantir luz e calor para a germinação. Árvores menos afetadas e com copa verde devem ser mantidas para assegurar a continuidade do banco de sementes. Quando a regeneração natural for insuficiente, demasiado heterogénea, ou quando o povoamento for jovem (menor capacidade reprodutiva), pode ser complementada com regeneração natural assistida ou artificial (sementeira/plantação). É importante em povoamentos jovens onde a produção de semente viável é menor.

### 5) Outras medidas

A redução estrutural de combustíveis (ex.: faixas e mosaicos) é fundamental para diminuir o risco de fogos severos, os mais prejudiciais à regeneração. O fogo controlado pode integrar uma estratégia preventiva e, em certas condições, favorecer a regeneração (evitando temperaturas e tempos de exposição que inviabilizem o banco de sementes no solo). A instalação de corredores silvícolas/faixas de interrupção de combustível deve ser calendarizada para não destruir regeneração jovem e para ajudar a estruturar o futuro povoamento.



## SÍNTESE FINAL

A regeneração natural de *Pinus pinaster* é frequentemente eficaz, mas o resultado final depende, muitas vezes, do que acontece nos primeiros anos após a germinação, especialmente durante o(s) primeiro(s) verão(s). A condução adequada dos povoamentos com cortes finais que assegurem a presença de árvores produtoras de semente, promovam microssítios favoráveis e reduzam limitações por competição, invasoras e herbivoria, integradas numa estratégia preventiva de redução do risco de fogo, aumenta a probabilidade de sucesso e reforça a resiliência do pinhal-bravo.

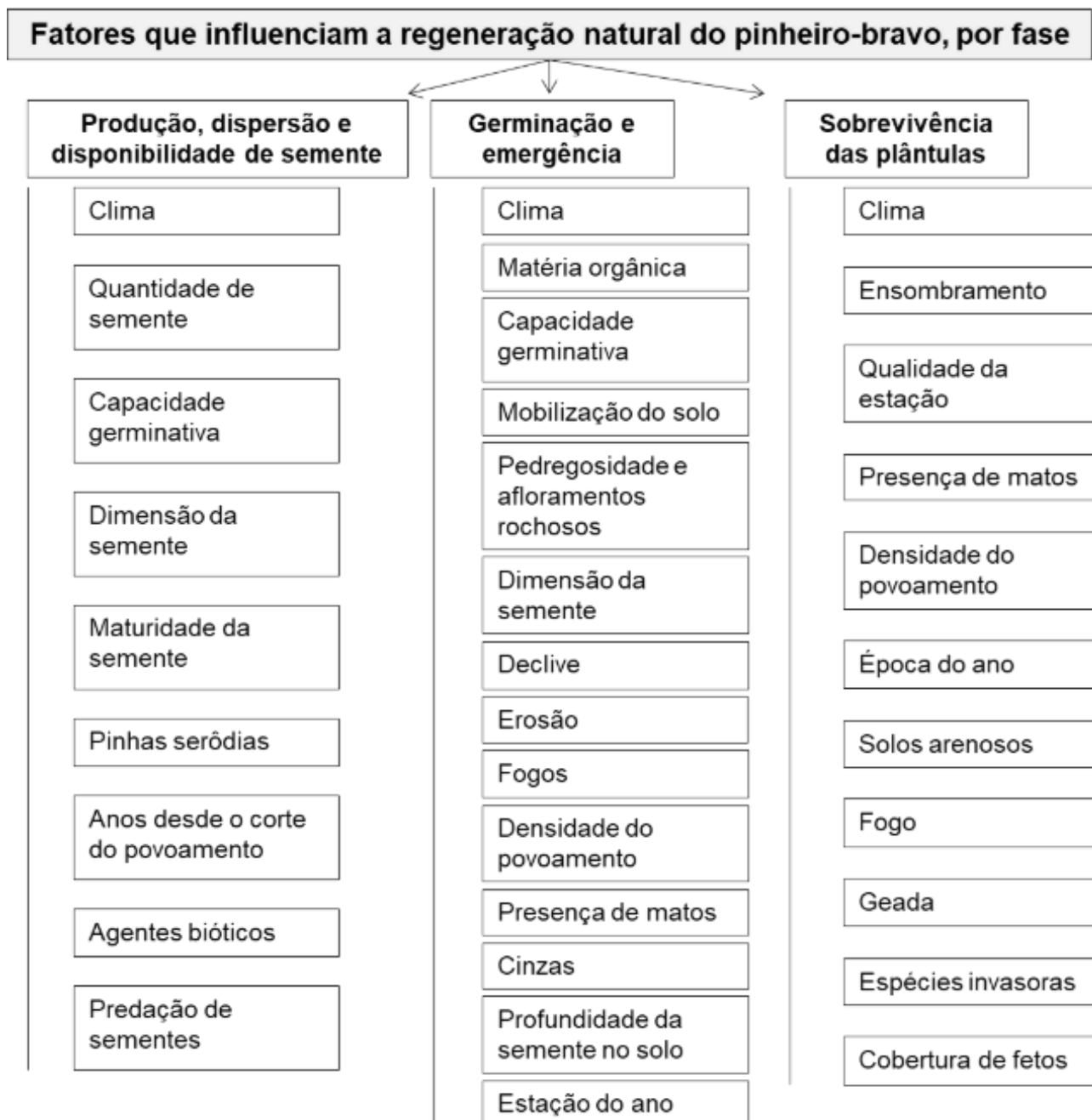


Figura 1. Principais fatores que condicionam as diferentes fases da regeneração natural do pinheiro-bravo.

## REFERÊNCIAS

---

Ribeiro, S.; Cerveira, A.; Soares, P.; Fonseca, T. (2022). Natural Regeneration of Maritime Pine: A Review of the Influencing Factors and Proposals for Management. *Forests*, 13, 386. <https://doi.org/10.3390/f13030386>

## FINANCIAMENTO

---

Este trabalho foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, no âmbito dos projetos UID/04033/2025: Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (<https://doi.org/10.54499/UID/04033/2025>) e LA/P/0126/2020 (<https://doi.org/10.54499/LA/P/0126/2020>) e UID/00239/2025 (DOI: 10.54499/uid/00239/2025) e UID/PRR/00239/2025 (DOI: 10.54499/UID/PRR/00239/2025) do Centro de Estudos Florestais e UID/50014/2023 (<https://doi.org/10.54499/UID/50014/2023>).

## CRÉDITOS E TRANSPARÊNCIA

---

Texto elaborado com base em Ribeiro et al. (2022). Apoio de ferramentas de IA (*NotebookLM* e *GPT-5.2*) na reorganização/reescrita e revisão final das autoras.

