

# Invasões biológicas

Mariana Castro<sup>1</sup>, João Loureiro<sup>1</sup>, Joana Costa<sup>2</sup>, Victoria Ferrero<sup>3</sup>, Luis Navarro<sup>4</sup>, Sílvia Castro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FLOWer Lab, Centre for Functional Ecology – Science for People & the Planet, Associate Laboratory TERRA, Department of Life Sciences, Universidade de Coimbra, Portugal; <sup>2</sup>LEAF-Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food Research Centre, Associate Laboratory TERRA, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Portugal; <sup>3</sup>Department of Biodiversity and Environmental Management, University of León, Espanha; <sup>4</sup>Departamento de Biología Vegetal y Ciencias del Suelo, Universidad de Vigo, Espanha

A perda contínua da biodiversidade a uma escala global representa um risco para a vida na Terra tal como a conhecemos e mesmo para a própria sobrevivência humana. A biodiversidade, ou seja, **a variedade de seres vivos que existe no planeta Terra**, está ameaçada e por isso inúmeras ações de conservação têm sido levadas a cabo para evitar perdas ainda mais significativas.

Primeiramente, precisamos estar cientes das causas da perda de biodiversidade para posteriormente podermos atuar na base do problema. As **alterações climáticas**, devido ao aumento das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), as **alterações do uso do solo** como por exemplo, mudança nas práticas agroflorestais, a **poluição química e biológica** principalmente através de atividades antropogénicas como as fábricas ou descargas químicas nos cursos de água, ou mesmo a eutrofização dos solos (quantidades elevadas de nutrientes no solo através do excesso de adubação) e a **acidificação dos oceanos**, são alguns exemplos de possíveis causas para a perda e degradação da biodiversidade (Steffen *et al.*, 2011; Corlett, 2015). No entanto, e talvez menos reconhecidas, também as **invasões biológicas** são uma das causas da perda de biodiversidade nos ecossistemas.

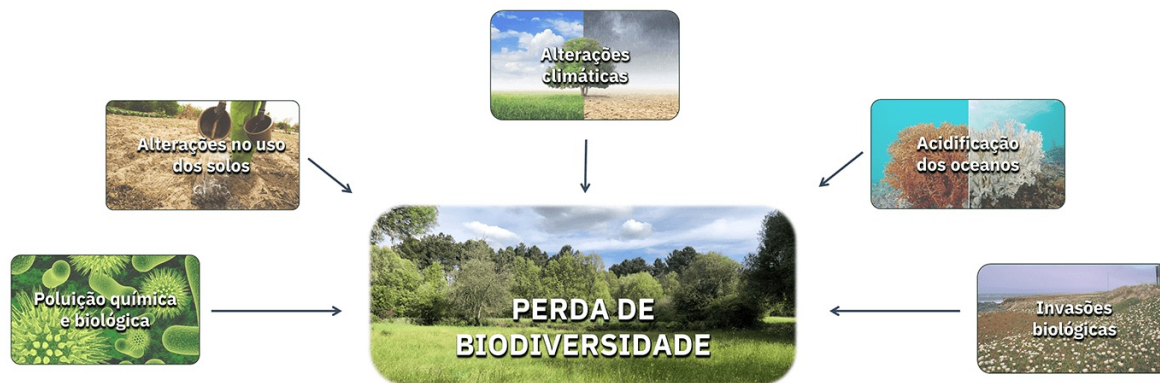


Figura 1. Possíveis causas para a perda da biodiversidade.

De acordo com a **Conservação para a Biodiversidade Biológica** (<https://www.cbd.int/invasive/>):

**“ESPÉCIES EXÓTICAS QUE SE TORNAM INVASORAS SÃO CONSIDERADAS AS PRINCIPAIS IMPULSIONADORAS DIRETAS PARA A PERDA DA BIODIVERSIDADE EM TODO O MUNDO. ALÉM DISSO, ESTIMA-SE QUE AS ESPÉCIES EXÓTICAS TENHAM UM CUSTO PARA A ECONOMIA DE CENTENAS DE BILHÕES DE DÓLARES POR ANO.”**

Nem todas as espécies exóticas se tornam invasoras, uma vez que necessitam de ultrapassar uma série de barreiras. Uma **invasão biológica** pode ser definida como um processo com múltiplas etapas durante o qual uma espécie é transportada da sua área nativa para uma nova região adquirindo a capacidade de sobreviver e

se reproduzir, formando populações estáveis e, subsequentemente, adquirir uma grande capacidade de dispersão (Richardson *et al.*, 2000).

Em **Portugal**, temos listadas **82 espécies de plantas** classificadas como espécies invasoras. Uma das espécies dessa lista é a ***Oxalis pes-caprae* L.**, vulgarmente conhecida como azedas ou trevo-azedo (<https://www.invasoras.pt/especies-invasoras-portugal>).



Figura 2. Campo agrícola invadido por *Oxalis pes-caprae* (retirado de [www.invasoras.pt](http://www.invasoras.pt)).

### ***Oxalis pes-caprae* L.**

**Nativas da África do Sul**, as azedas foram introduzidas como ornamentais no século XIX em vários locais do planeta, tornando-se **invasoras em regiões de clima Mediterrânico** (Symon, 1961; Michael, 1964; Ornduff, 1987; Castro *et al.*, 2007; Figura 3). Na bacia do Mediterrâneo invade diversos tipos de habitats, apesar de ser mais abundante em áreas ruderais alteradas resultantes de ações antropogénicas como campos agrícolas e pomares.

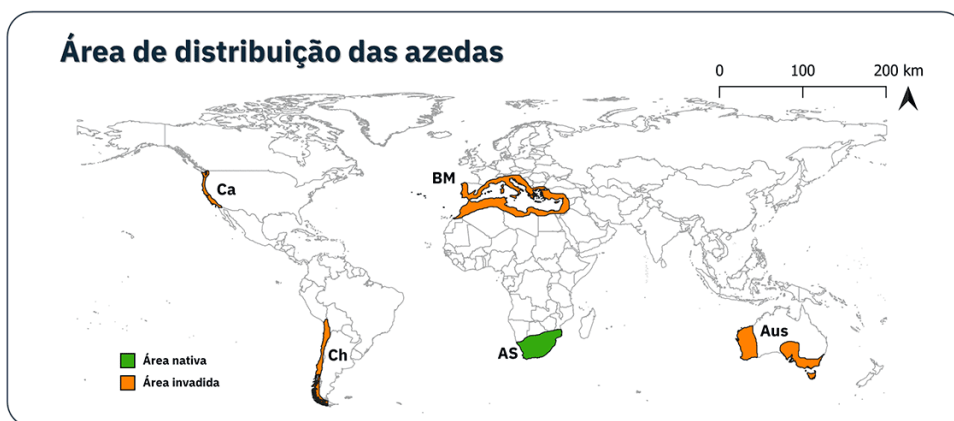


Figura 3. Área de distribuição de *Oxalis pes-caprae*. AS – África do Sul (zona nativa), BM – Bacia do Mediterrâneo, Ca – Califórnia, Ch – Chile, Aus – Austrália.

Esta espécie do género *Oxalis* pode reproduzir-se através de duas estratégias: 1) de forma **assexuada** – através da produção de bolbos que originam novas plantas (Figura 4A), sendo estas novas plantas clones da planta que lhe deu origem; e 2) **sexuada** – através da produção de sementes (Figura 4B), promovendo a diversidade genética (Barrett, 2002), o que potencia a capacidade invasora das azedas (Figura 4C).



Figura 4. Aspectos de estruturas reprodutoras de *Oxalis pes-caprae*: **A.** bolbos e **B.** sementes. **C.** População de *Oxalis pes-caprae*.

Enquanto na reprodução assexuada temos a formação de um número elevado de novas unidades de dispersão de forma simples, na reprodução sexuada o processo é particularmente complexo. **Na área nativa**, as populações são compostas pelos **três tipos de plantas** que diferem na **posição relativa dos órgãos sexuais** das flores. As flores são constituídas por cinco estigmas fundidos (estilete – parte feminina da flor) e dez anteras (parte masculina) distribuídas por 2 níveis – 5 anteras em cada nível. A posição relativa do estigma em relação às anteras determina o tipo de planta (Figura 5): estilete **longo** (dois níveis de anteras a baixo), estilete **médio** (entre os dois níveis de anteras) e estilete **curto** (dois níveis de anteras acima).

Em cada forma floral, as anteras estão localizadas em alturas recíprocas do estigma das restantes formas florais. Quando um **inseto polinizador** visita uma flor, o pólen é depositado num local do corpo do polinizador que corresponde à altura do estigma de uma das outras formas florais (exemplo na Figura 5). Este mecanismo promove a **polinização entre indivíduos de tipos florais diferentes** e a **recombinação genética**. Além disso, a planta tem a capacidade de reconhecer o seu próprio pólen e de plantas da mesma forma. Assim, a fertilização com pólen da própria flor ou de flores da mesma forma floral é bloqueada pelo **sistema de incompatibilidade** (Darwin, 1876; Charlesworth e Charlesworth, 1987). Evolutivamente, e numa situação de equilíbrio, cada população é constituída por percentagens similares de cada uma das formas florais.

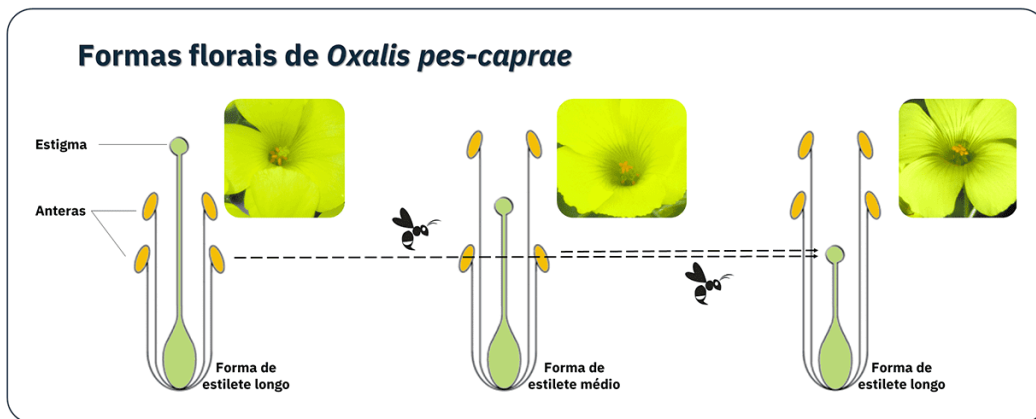


Figura 5. Três formas florais de *Oxalis pes-caprae*, com exemplo de polinização entre formas.

Nas **áreas invadidas**, no início da introdução no século XIX, apenas **foi introduzida a forma de estilete curto**. Apesar de ser visitada por vários polinizadores (Ferrero *et al.*, 2013, Costa *et al.*, 2014), a falta de formas florais compatíveis para a polinização levou a que esta forma se multiplicasse **apenas através da produção de bolbos**. Em consequência, ao longo dos tempos, as plantas com maior sucessor reprodutor, ou seja, maior produção de bolbos, foram **evolutivamente selecionadas** produzindo no presente plantas mais fortes na reprodução assexuada que as plantas da África do Sul (Castro *et al.*, 2016), o que promoveu a invasão.

Contudo, apesar da reprodução assexuada ser uma estratégia ganhadora, recentemente foi observada a **produções de frutos e sementes na região da Península Ibérica**, adicionando a reprodução sexual a este sistema nas áreas invadidas (Castro *et al.*, 2007). Além disso, também o **sistema de incompatibilidade parece ter sido quebrado**, um processo que parece estar a expandir-se nesta região (Castro *et al.*, 2013, Costa *et al.*, 2017), e que torna a capacidade de invasão e dispersão das azedas ainda maior.

Para explicar a história complexa desta planta invasora foram preparados alguns conteúdos de forma a sensibilizar todos

(e.g. <https://vimeo.com/78522467>).

#### BIBLIOGRAFIA

- Barrett SCH. 2002. The evolution of plant sexual diversity. *Nature* 3: 274–284.
- Castro S, Loureiro J, Santos C, Ater M, Ayensa G, Navarro L. 2007. Distribution of flower morphs, ploidy level and sexual reproduction of the invasive weed *Oxalis pes-caprae* in the western area of the Mediterranean region. *Ann Bot* 99: 507–517.
- Castro S, Ferrero V, Costa J, Sousa AJ, Navarro L, Loureiro J. 2013. Reproductive strategy of the invasive *Oxalis pes-caprae*: distribution patterns of flower morphs, ploidy levels and sexual reproduction. *Biol Invasions* 15: 1863–1875.
- Castro S, Castro M, Ferrero V, Costa J, Tavares D, Navarro L, Loureiro J. 2016. Invasion fosters change: independent evolutionary shifts in reproductive traits after *Oxalis pes-caprae* L. introduction. *Front Plant Sci* 7: 1–13.
- Charlesworth D, Charlesworth B. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annu Rev Ecol Syst* 18: 237–268.
- Corlett RT. 2015. The Anthropocene concept in ecology and conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, 30(1): 36–41.
- Costa J, Ferrero V, Loureiro J, Castro M, Navarro L, Castro S. 2014. Sexual reproduction in the invasive pentaploid short-styled *Oxalis pes-caprae* allows the production of viable offspring. *Plant Biol* 16: 208–214.
- Costa J, Ferrero V, Castro M, Loureiro J, Navarro L, Castro S. 2017. Variation in the incompatibility reactions in tristylous *Oxalis pes-caprae*: large-scale screening in South African native and Mediterranean basin invasive populations. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 24, pp.25–36.
- Darwin C. 1876. *The Effects of Self and Cross Fertilization in the Vegetable Kingdom*. John Murray, London, UK.
- Ferrero V, Castro S, Costa J, Acuña P, Navarro L, Loureiro J. 2013. Effect of invader removal: pollinators stay but some native plants miss their new friend. *Biol Invasions* 15: 2347–2358.
- Güney, M., Kafkas, S., Koç A., Servet, A., Keles, H., Karci, H. 2019. Characterization of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) accessions by simple sequence repeat markers. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 43(1), 69–79.
- Lopes, M., Sanches A., Souza K., Silva E. 2018. Quince – *Cydonia oblonga*. In: Rodrigues, S., Silva, E., Brito, E. (eds) *Exotic fruits*. Academic Press, Amsterdam, 363–368.
- Michael P. 1964. The identity and origin of varieties of *Oxalis pes-caprae* L. naturalized in Australia. *T Roy Soc South Aust* 88: 167–173.
- Ornduff R. 1987. Reproductive systems and chromosome races of *Oxalis pes-caprae* L. and their bearing on the genesis of a noxious weed. *Ann Mo Bot Gard* 74: 79–84.
- Rather, G., Bhat, M., Sana, S., Ali, A., Gul, M., Nanda, A., and Hassan, M. 2020. Quince. In: *Antioxidants in fruits: Properties and health benefits* 397–416.
- Richardson DM, Pyšek P, Rejmánek M, Barbour MG, Panetta FD, West CJ. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93–107.
- Steffen W, Grinevald J, Crutzen P, McNeill J. 2011. The Anthropocene: conceptual and historical perspectives. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 369(1938): 842–867.
- Symon D. 1961. The species of *Oxalis* established in South Australia. *T Roy Soc South Aust* 84: 71–77.
- Yamamoto T., Kimura, T.J., Soejima, T., Sanada, T., Ban, Y., Hayashi, T. 2004. Identification of quince varieties using SSR marker developed from pear and apple. *Breed Sci* 54: 239–244.

<https://www.cbd.int/invasive/>

<https://www.invasoras.pt/especies-invasoras-portugal>

<https://vimeo.com/78522467>