



# **CIÊNCIAS DO AMBIENTE**

Fascículo 11

## **Engenheiros de Ecossistemas**

**Autores:**

Ana Elisa Teixeira da Silva

Israel Henrique Buttner de Queiroz

Ozelito Possidonio de Amarante Junior

**Organizadores:**

Ozelito Possidônio de Amarante Junior

Celso Maran de Oliveira

© 2023 by Ana Elisa Teixeira da Silva, Israel Henrique Buttner Queiroz, Ozelito Possidônio de Amarante Junior

Direitos desta edição reservados ao Centro de Estudos em Democracia Ambiental da Universidade Federal de São Carlos – CEDA/UFSCar

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra sem a autorização expressa da Editora.  
Capa e Projeto Gráfico: Matheus Mazini Ramos

#### Dados internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Amarante Junior, Ozelito Possidônio de; Oliveira, Celso Maran de (Organizadores).

Ciências do Ambiente - fascículo 11: Engenheiros de Ecossistemas / Ana Elisa Teixeira da Silva, Israel Henrique Buttner de Queiroz, Ozelito Possidônio de Amarante Junior - São Carlos: CEDA/UFSCar, 2023.

14p. il.

Inclui bibliografia.  
ISBN 978-65-85443-00-5

1. Engenheiros de Ecossistemas. 2. Contextualização. 3. Biodiversidade. Silva, Ana Elisa Teixeira da. I. Queiroz, Israel Henrique Buttner. II. Amarante Junior, Ozelito Possidônio. III.



Centro de Estudos em Democracia Ambiental  
Universidade Federal de São Carlos  
Via Washington Luís, km 235 CEP: 13565-905.  
São Carlos, SP. Brasil  
Telefone: (16) 3306-6789  
<http://www.ceda.ufscar.br>

# ENGENHEIROS DE ECOSSISTEMAS

Ana Elisa Teixeira da Silva, Israel Henrique Buttner Queiroz, Ozelito Possidônio de Amarante Junior & Celso Maran de Oliveira

## O que ou quem são os Engenheiros de Ecossistemas?

Engenheiros de ecossistemas são os organismos cujas atividades ou presença, alteram o seu redor e o fluxo de recursos por meio da criação ou modificação do habitat, influenciando assim, direta ou indiretamente, todas as espécies a eles associadas (IPÊ, 2013).

Muitas pessoas associam o termo ecologia às cadeias alimentares (cadeias tróficas) ou às relações harmônicas e desarmônicas, tais como a predação, a competição direta ou indireta por recursos, herbivoria, dispersão, o controle de presas, etc. No entanto, outras interações não tão diretas quanto alimentar-se de outro ser vivo, podem alterar o ambiente através das atividades exercidas por alguns organismos aqui compreendidos como “Engenheiros de Ecossistemas”.

Em vista disso, este fascículo busca facilitar a compreensão e contextualização do termo engenheiros de ecossistemas e sua relação com a biodiversidade. Para aprofundar seus conhecimentos sobre este tema, sugere-se ainda o acesso aos materiais indicados ao longo do texto e a busca em outras fontes de informações.

## Engenharia de Ecossistemas

A partir da necessidade de compreender o papel desempenhado por muitos organismos na criação, modificação e manutenção de habitats, Jones e colaboradores (1994) criaram os termos: **engenharia de ecossistema**, para descrever o

processo pelo qual os organismos criam e mantêm habitats, e **engenheiros do ecossistema**, para nomear os organismos que desempenham tais processos.

Por se tratar de um conceito amplo (HASTINGS e colaboradores, 2007), cujas interações podem afetar o ambiente criando habitats para outros organismos, regular o microclima local, alterar processos hidrológicos, a produtividade e ciclagem de nutrientes (WRIGHT e JONES, 2006), Jones e colaboradores (1994) enfatizaram a dificuldade de discernir o termo engenharia de ecossistema de outros processos ecológicos, devido ao fato de interações tróficas e não-tróficas ocorrerem simultaneamente entre espécies.

Isto posto, a engenharia de ecossistema é entendida como uma interação não trófica, que pode resultar em um efeito ecológico positivo (por meio de processos de facilitação) ou negativo (por meio de processos de inibição) para outras espécies (MARTINSEN e colaboradores, 2000; JONES e GUTIÉRREZ, 2007). Isso se dá em virtude de diversos seres vivos serem capazes de alterar a paisagem (RICKLEFS, 2010), ou ambiente como um todo, transformando seus componentes bióticos e abióticos e ainda, a disponibilidade de recursos naturais (WRIGHT e colaboradores, 2002). Segundo Jones e colaboradores (2010) os engenheiros de ecossistemas podem ser classificados como:

- Autogênicos: organismos que transformam o ambiente a partir de suas próprias estruturas físicas. Podem ser

citados como exemplos: o fitoplâncton (TOWSEND e colaboradores, 1992), as macroalgas (ARRIGO e colaboradores, 1991), as árvores (JONES e colaboradores, 2010), os corais etc., e;

- Alogênicos: organismos que ocasionam a alteração física do ambiente (JONES e colaboradores, 1994), sem que os mesmos constituam a matéria transformada (JONES e colaboradores, 2010). Um exemplo clássico são os castores (*Castor sp.*) no hemisfério norte, que ao cortarem árvores e construírem barragens: a) alteram corpos d'água, criando áreas

inundadas que podem perdurar por séculos; b) modificam a dinâmica da água, da ciclagem de nutrientes e decomposição, favorecendo o acúmulo e disponibilidade de sedimentos e matéria orgânica; c) modificam a estrutura da vegetação ciliar e; d) influenciam na diversidade de plantas e animais que ocorrem nesses ecossistemas (NAIMAN e colaboradores, 1988 *apud* JONES, 1994).

Do mesmo modo, na América Sul, catetos (*Pecari tajacu*), queixadas (*Tayassu pecari*) (BECK e colaboradores, 2010) e tatus-canastra (*Priodontes maximus*) (DESBIEZ & KLUYBER, 2013), também moldam a estrutura e o funcionamento de ecossistemas (BECK e colaboradores, 2010; DESBIEZ e KLUYBER, 2013) ao dispersarem sementes, alterarem a densidade de plântulas, cavarem tocas, etc.

### O que NÃO são os Engenheiros de Ecossistemas?

Relações ecológicas desarmonicas como predação, herbivoria, parasitismo e esclavagismo, entre outras. A imagem a seguir mostra um conjunto de interações, de forma simplificada, que não podem ser consideradas como engenharia de ecossistema.

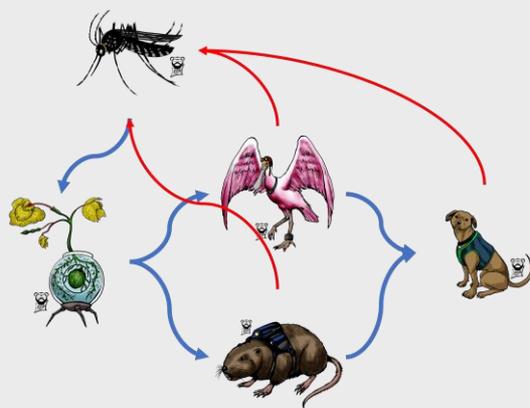


Figura 1. Exemplo de relações ecológicas que não são engenharia de ecossistema. (Imagem gerada a partir de ilustrações de Marco ByM, 2022.). Obs.: as setas indicam o fluxo de energia.

Relações ecológicas harmônicas como mutualismo, protocooperação e comensalismo, entre outras, também não podem ser considerados engenharia de ecossistema. Por exemplo, no caso dos líquens, fungos e algas crescem juntos e dependem um do outro, mas isso não é um exemplo de engenharia de ecossistema. Quando os fungos presentes nos líquens reciclam os nutrientes e os transformam em minerais usados pelas algas que fazem fotossíntese e alimentam aqueles fungos, essa relação apenas favorece esses organismos mas não os demais presentes na região.

Para ser classificado como engenheiro de ecossistema, um organismo precisa modular o suprimento de recursos para outras espécies e não somente provê-los. Não sendo o crescimento de estruturas biológicas necessárias como troncos de árvores e galhos, suficientes para caracterizar engenharia autogênica (JONES e colaboradores, 1994). O que configura as árvores (florestas) e os recifes de corais como provedores diretos de recursos (alimentos e abrigos), para muitos organismos (JONES e colaboradores, 1994). Ou seja, produzir biomassa que será empregada como alimento não constitui “engenharia de ecossistema”. Entretanto, as mudanças físicas promovidas no ambiente pelo desenvolvimento de florestas e recifes de corais, podem modular o provimento de recursos e, portanto, configurar o processo de engenharia autogênica.

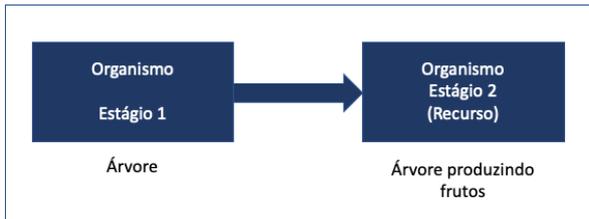


Figura 2. Diagrama representando o que não é engenharia de ecossistema. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

No caso das florestas, a presença das árvores modifica a quantidade de luz e água que chega ao solo, modifica a direção e velocidade do vento e gera um microclima embaixo de sua sombra. Da mesma forma, no oceano, a presença dos corais modifica o fluxo das correntes marítimas, provê mudanças no gradiente de temperatura, entre outras modificações que criam um nicho perfeito para organismos que não viveriam ali sem a presença dos corais. Estes exemplos de engenharia autogênica são representados na Figura 3.



Figura 3. Diagrama representando a engenharia de ecossistema autogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

Para compreendermos melhor este diagrama podemos ver nas Figuras 4, 5 e 6 modificações causadas pelas árvores sobre os fluxos de recursos como luz, vento e água da chuva. Isto modifica o microclima, a disponibilidade de recursos e a presença de abrigos, entre outras modificações do ambiente que favorecem ou permitem o desenvolvimento de outros organismos.

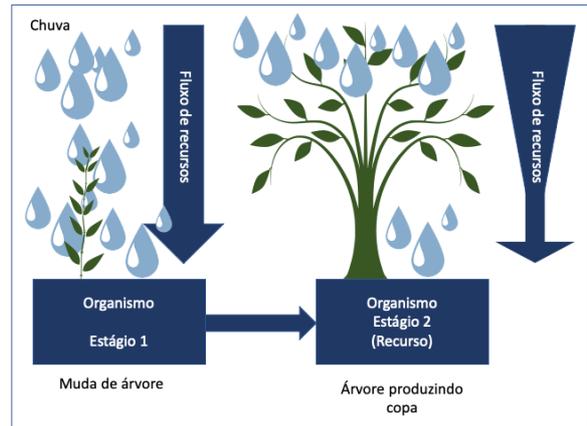


Figura 4. Exemplo de engenharia de ecossistema autogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

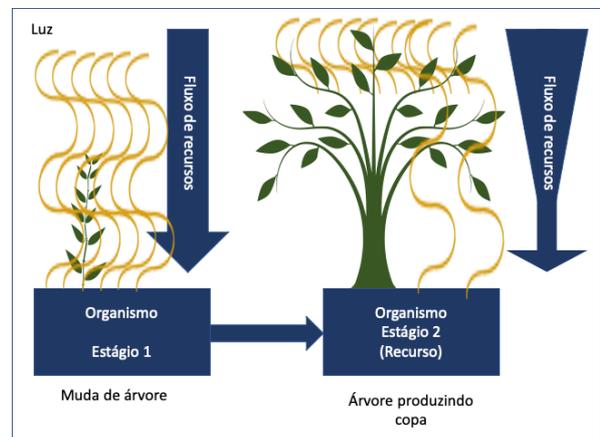


Figura 5. Exemplo de engenharia de ecossistema autogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

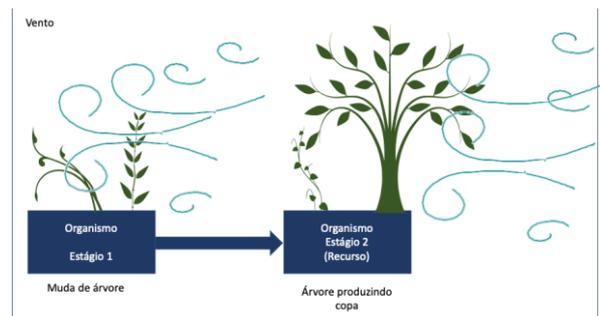


Figura 6. Exemplo de engenharia de ecossistema autogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

Em relação às árvores podemos ainda perceber um tipo de engenharia alogênica quando sua madeira, troncos e galhos, é perfurada por organismos mais rápidos como pica-paus ou mais lentos como os fungos decompositores, e acabam por fornecer recursos para nidificação e abrigo para outros animais, como aves e morcegos (JONES e

colaboradores, 1994). Neste caso, o engenheiro não é a árvore e sim os organismos que empregam seu material para modificar o ambiente.

Baseando-se ainda na perspectiva alogênica, as plantas representam um dos mais complexos casos de engenheiros do ecossistema, ao auxiliarem na transformação de rochas em solo, por meio do intemperismo (JONES e colaboradores, 1994). Isso acontece tanto por ação física quanto química.

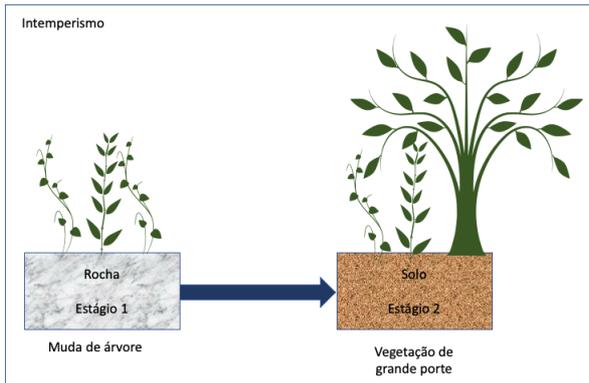


Figura 7. Exemplo de engenharia de ecossistema alogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

Da mesma forma que na engenharia autogênica, os engenheiros alogênicos podem atuar de diferentes formas na transformação dos ecossistemas. Um diagrama que explica melhor a imagem anterior é apresentado na Figura 8. Outro exemplo que podemos pensar para essa forma de alteração é o que é feito pelos jacarés que revolvem o solo e a água, formando lamaçais que servem de abrigo para peixes que vivem no fundo e atraem pássaros que se alimentam desses peixes, modificando o ecossistema local.

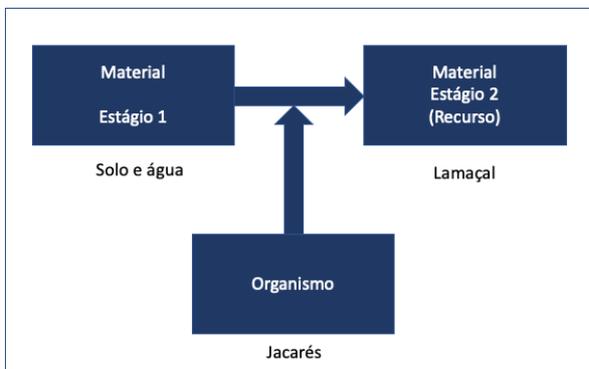


Figura 8. Diagrama de engenharia de ecossistema alogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

Algumas vezes, a ação de um organismo não modifica de forma direta o fluxo de recursos, mas isso se dá de forma indireta. Na Figura 9 temos um diagrama que apresenta como isso se dá. Por exemplo, no ambiente marinho, o zooplâncton formado por vários organismos, tais como micro crustáceos, que se alimentam de fitoplâncton e liberam fezes na forma de micro pelotas e modificam o fluxo de nutrientes, levando-os para camadas mais profundas na coluna d'água.

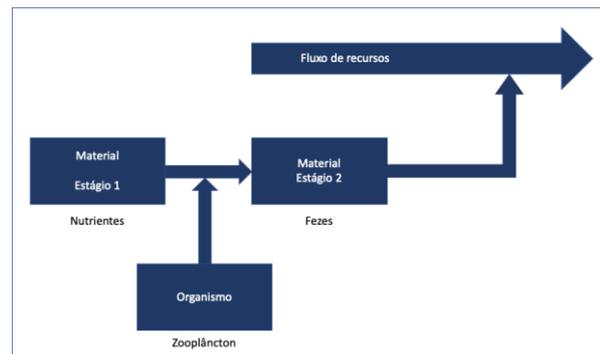


Figura 9. Diagrama de engenharia de ecossistema alogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

Algumas vezes, entretanto, não é muito fácil compreender a ação dos organismos. Na Figura 10 vemos um diagrama que mostra como a engenharia autogênica pode mudar de forma indireta o controle ou parâmetros abióticos que depois mudam o fluxo dos recursos.

Por exemplo, os corais ou os mexilhões que, ao crescer, alteram os fluxos de água no leito marinho e isso leva a uma modificação no fluxo dos nutrientes, em geral concentrando recursos em uma área que anteriormente possuía pouco recurso disponível. Porém, estes mesmos organismos fixam material orgânico e inorgânico, cimentando partículas e criando estruturas não vivas que não são exatamente seus corpos, mas que também alteram os fluxos de recursos da mesma forma que o explicado anteriormente, constituindo-se em uma engenharia alogênica, representada no diagrama mostrado na Figura 11.

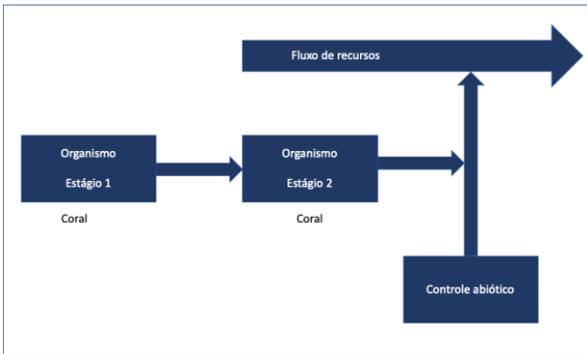


Figura 10. Diagrama de engenharia de ecossistema autogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

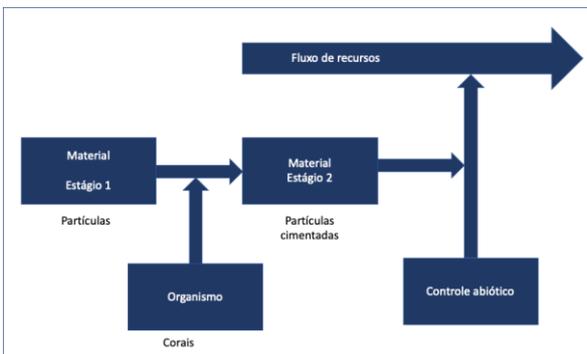


Figura 11. Diagrama de engenharia de ecossistema alogênica. (Adaptado de Jones, Lawton & Shachak, 1994.).

### Recomendação de vídeos

Você pode conhecer mais sobre a grande barreira de corais visitando alguns vídeos como este [aqui](#). Entenda a importância dos corais neste vídeo [aqui](#). Veja como os corais estão sendo ameaçados [aqui](#).

## Pesquisas e contextualização no Brasil

### Tatu-canastra: o bom construtor

Uma pesquisa realizada no estado do Espírito Santo por Santos e colaboradores (2018), confirmou a presença e a importância do papel de engenheiro de ecossistema desenvolvido pelos tatus-canastra na Mata Atlântica, uma vez que, ao escavarem para formar suas tocas, esses grandes mamíferos alteram as características físicas do solo e do habitat em que se encontram. É válido lembrar que os tatus-canastra podem medir cerca de 1,5m de comprimento e pesar até 50kg, sendo então os maiores representantes da superordem Xenarthra (SANTOS e colaboradores, 2018).

### Pausa para explicação:

#### “Minha casa, minha vida”

Construídas por grandes engenheiros, as tocas do tatu-canastra, após serem abandonadas, podem ser utilizadas de diferentes maneiras (como abrigo, refúgio contra predação, local de descanso e/ou para banho de areia, etc.) por mais de 70 outras espécies, estando entre elas as jaguatiricas (*Leopardus pardalis*), iraras (*Eira barbara*), tatus-galinha (*Dasypus novemcinctus*), tamanduás (*Tamandua tetradactyla* e *Myrmecophaga tridactyla*), quatis (*Nasua nasua*), cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*), siriemas (*Cariama cristata*), mutuns-de-penacho (*Crax fasciolata*), teiús (*Tupinambis teguixin*) e etc.

Entenda mais sobre as espécies que utilizam ou interagem de algum modo com as tocas dos tatus-canastra no artigo: [Tatu-canastra como engenheiro do ecossistema](#), disponível em inglês.

A caça predatória deste animal ameaça a persistência da espécie, que apresenta baixa densidade populacional em toda sua área de distribuição.

Entenda mais sobre as ameaças ao tatu-canastra com o artigo: [Tatu-canastra, papel ecológico e ameaças](#).



Figura 12. Toca escavada por animais como tatus, por exemplo. Imagem gerada por inteligência artificial, 2022.

### Pequenos invertebrados e habitats

Segundo Jones e colaboradores (2002), as larvas de mariposas e borboletas (ordem Lepidoptera) geralmente são as principais consumidoras de folhas em ecossistemas terrestres, podendo utilizá-las para nutrição, como abrigos na fase inicial do seu desenvolvimento e proteção contra inimigos naturais.

Um estudo realizado no estado de Goiás por Kilca, Tizo-Pedroso e Zanini (2013), destacou o papel exercido pelas fêmeas da espécie de mariposa

*Gonioterma sp.* (Lepidoptera) como engenheiras do ecossistema, devido à importância dos abrigos foliares construídos pela espécie, que podem servir como refúgio para outras 43 morfoespécies de artrópodes (formigas, aranhas, besouros entre outras), das quais a guilda de predadores foi a mais representativa. E constatou a complexidade das relações entre a espécie *Gonioterma sp.*, o ambiente e a diversidade local.

#### Pausa para explicação:

**Guilda:** termo originário na Idade Média para designar um grupo de mesma religião ou ofício. Em Ecologia é utilizado para se referir a um grupo de organismos que utilizam de forma semelhante a mesma classe de recursos do ambiente. Exemplos: predadores, herbívoros, saprófagos etc (SILVA e colaboradores, 2015).

**Morfoespécie:** termo utilizado em pesquisas quando não existe a possibilidade de identificação no nível de espécie, logo os organismos são agrupados conforme suas características morfológicas.

Termos disponíveis no seguinte [Glossário](#).

#### Invertebrados do solo, os anelídeos

De acordo com Araújo (2020), as minhocas são engenheiras de ecossistemas, pois o solo é seu habitat e seu alvo de modificações: constroem galerias, produzem e consomem detritos, atuam na ciclagem e distribuição de nutrientes, remediação da poluição e controle de patógenos. Essas intervenções favorecem a infiltração da água no solo, o desenvolvimento das raízes das plantas e dispersam microrganismos pelo solo. Tais proezas se devem principalmente às espécies anécicas (vivem em galerias verticais) que criam galerias com cerca de 1 cm de diâmetro e até 2m de profundidade, a exemplo da minhoca-comum (*Lumbricus terrestris*).

#### De olho no vídeo:

Vídeo de formação das galerias, disponível em: [Vídeo sobre a Formação de Galerias](#).

#### Gado no cerrado: espécie exótica como engenheira do ecossistema (EE)

Apesar da controversa relação entre a produção do gado de corte (pecuária extensiva) e o meio ambiente, o gado bovino no lugar certo e na hora certa, pode se tornar um aliado.

A exemplo, é possível citar um estudo realizado por Andrade (2021), no município de Rosário do Oeste (MT), que comprovou que o gado pode ser considerado um aliado na restauração do cerrado, principalmente de áreas não florestais, por consumirem preferencialmente gramíneas exóticas como a braquiária (*Urochloa decumbens*) e o capim-andropogon (*Andropogon gayanus*), conseqüentemente favorecendo a regeneração e maior diversificação de espécies herbáceas, arbustivas e de gramíneas nativas, mesmo quando não há aplicação do herbicida glifosato para controle químico de gramíneas exóticas. Sugerindo assim, a viabilidade ecológica e financeira desta alternativa em processos de restauração do cerrado. Contudo, Andrade (2021) alerta sobre a indicação de não utilizar o gado bovino para recuperação de Áreas de Preservação Permanentes (APPs).

#### E em outras paisagens...

#### Gado em Tavares (RS): espécie exótica como EE

Há relatos de moradores do município de Tavares (RS), de que o gado bovino possa controlar a proliferação de pinheiros (*Pinus sp.*) na região do Parque Nacional da Lagoa do Peixe.

É necessário lembrar que um grande investimento de interesse econômico acarretou na introdução dos pinheiros exóticos, que rapidamente se espalharam e passaram a ocupar nichos de espécies vegetais nativas. Fato este, que pode evidenciar a importância do gado como EE, visto que, ao alimentar-se principalmente de plântulas do pinheiro, acaba por controlar seu avanço pelo território desta unidade de conservação.

#### Biocrostas sensíveis

As biocrostas, ou crostas biológicas de solo, são comunidades de organismos fotossintetizantes como cianobactérias, algas eucariontes, líquens e briófitas, bem como por bactérias não fotossintetizantes e fungos (MENEZES, 2018). Essas crostas foram objeto de estudo da pesquisa

de mestrado de Menezes (2018), realizada na Caatinga pernambucana.

Estão presentes na superfície do solo onde atuam em serviços ecológicos, como: agregação de suas partículas, fixação de nutrientes, influencia na hidrologia do solo e germinação de sementes; por fim, facilitam o avanço da sucessão ecológica.

O estudo confirmou a sensibilidade das biocrostas em relação às mudanças e perturbações no ambiente (presença de vegetação lenhosa, cobertura de serapilheira e pisoteio de caprinos domésticos). Isto posto, vamos refletir um pouco?

#### Pausa para reflexão:

Na relação acima mencionada, estaria um engenheiro do ecossistema alogênico (caprinos) controlando outro engenheiro do ecossistema autogênico (biocrostas)?

E a espécie humana, poderia ser considerada ainda um terceiro engenheiro do ecossistema, por substituir a vegetação nativa por pasto para criação de caprinos, atividade pecuária humana com grandes alterações no ambiente para diversas espécies?

#### Enquanto isso nas cavernas...

Piló e colaboradores (2022) analisaram na Serra dos Carajás - Amazônia Brasileira, Estado do Pará, como depósitos de guano de morcegos estruturam cavernas, neste trabalho nomeadas como “cavernas de morcegos”. Em decorrência das soluções ácidas resultantes da decomposição do guano somadas à uma possível associação microbiana, causarem a corrosão do chão e paredes da caverna, e seu consequente alargamento, tornando-as maiores, mais profundas, mais abundantes e diversificadas em termos espeleológicos.

Por serem ecossistemas complexos e únicos, muitos organismos como insetos, peixes e anfíbios dependem exclusivamente das cavernas para sobreviver, o que torna a deposição de guano, fonte importantíssima de nutrientes para diferentes organismos cavernícolas (NATIONAL PARK SERVICE, 2020).

Entretanto, apenas 11 “cavernas de morcegos” foram identificadas entre as mais de 1.500 cavernas existentes nesta área. O que, de acordo com Piló e colaboradores (2022), caracteriza as cavernas de morcegos como raras e únicas devido ao fato de serem resultados de processos evolutivos e geomorfológicos milenares. Ressaltam, por isso, a necessidade de protegê-las da rota da mineração, na região de Carajás. A expansão das atividades de extração de minérios somada ao afrouxamento das leis referentes ao licenciamento e proteção de cavernas, ameaçam esta região e a conservação de colônias de morcegos, que dependem das cavernas para reprodução e manutenção de suas populações.

Pode-se dizer, ainda, que a ausência de engenheiros como os morcegos em um ecossistema tão específico, pode desacelerar processos de recuperação e dificultar o restabelecimento de espécies ameaçadas.

#### Engenheiros de ecossistemas no mar

Souza, Matthews-Cascon e Couto (2020) estudaram no Nordeste do Brasil, no Morro de Pernambuco, a presença de moluscos e sua relação com a fauna sésil de uma zona rochosa entre marés.

O estudo indicou que em habitats formados por mexilhões (*Brachidontes exustus*), macroalgas (*Gayralia oxysperma*), clorofíceas (*Ulva lactuca*), feofíceas (*Sargassum vulgare*) e rodofíceas (*Palisada flagellifera*) houve aumento na diversidade de espécies e de guildas de moluscos, com diminuição da abundância. Enquanto no habitat formado por cracas (*Chthamalus bisinuatus*) houve diminuição da diversidade de espécies e de guildas, além do aumento no número de indivíduos. Os organismos acima aumentam a heterogeneidade ambiental com estruturas de seus corpos, como as conchas vazias e os fios de bisso dos mexilhões.

Nesta linha, o estudo sugere que os organismos compreendidos como engenheiros do ecossistema possam aumentar e propiciar o estabelecimento de

outros organismos, diminuindo o estresse fisiológico e mecânico do ambiente, como a dessecação causada entre marés.



Figura 13. Cracas (*Chthamalus bisinuatus*). (Foto gentilmente cedida por André Colling, 2023).



Figura 14. Mexilhões (*Brachidontes sp exustus*). (Foto gentilmente cedida por André Colling, 2023).

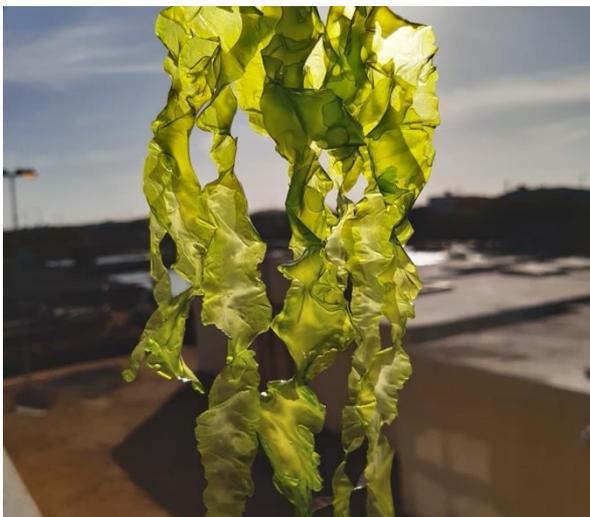


Figura 15. Clorofíceia (*Ulva lactuca*). (Foto gentilmente cedida por Andrezza Carvalho Chagas, 2023).

#### 4E's - Espécies Exóticas como Engenheiras de Ecossistemas no mar

Em sua pesquisa de mestrado, Vianna (2015) avaliou o uso de exoesqueletos das espécies exóticas de “coral-sol” (*Tubastraea coccinea* e *Tubastraea tagusensis*), presentes em cerca de 2.000 km do litoral brasileiro, na remoção do elemento fósforo de efluentes.

Por criarem, modificarem e manterem habitats, tais espécies caracterizam-se como engenheiras do ecossistema e ameaçam a biodiversidade nativa. Todavia, os resultados obtidos por Vianna (2015) mostraram que o pó do exoesqueleto do coral-sol pode ser utilizado como uma alternativa sustentável no tratamento de águas residuárias, além de favorecer o controle da população dessas espécies através de sua exploração.

#### De olho no vídeo:

Vídeo disponível em: [Mergulhadores combatem o coral-sol em Alcatrazes, #CiênciaUSP](#).

#### Um pé fora do Brasil - uma invasora asiática em Portugal

Em sua pesquisa de mestrado em Portugal, Silva (2017) avaliou o efeito da colheita de amêijoas asiáticas (*Corbicula fluminea* - um molusco bivalve) sobre a comunidade macrozoobentônica através de dois métodos de colheita de *C. fluminea*, já que a exploração comercial desse molusco pode controlar sua população nos ecossistemas invadidos. O método de colheita ganchorra (instrumento puxado com as mãos com um saco de malha de 10 mm que retém as amêijoas), afetou mais a diversidade de espécies e o método de apanhar manualmente teve melhores resultados quanto à densidade.

A amêijoas asiática é considerada uma engenheira de ecossistema por trazer diversas alterações positivas no ambiente: o acúmulo de conchas faz o habitat ficar mais heterogêneo e atrativo a outras espécies, como algas e crustáceos; sua alta capacidade de filtração reduz a concentração de microrganismos e partículas da água resultando

em menor turbidez e maior penetração de luz que favorece as plantas aquáticas; e faz a bioturbação reorganizando e alterando a estrutura física dos sedimentos. Mas também traz impactos negativos às espécies nativas de bivalves por terem seu habitat reduzido e elevada competição.

#### Pausa para reflexão:

Esse estudo foi realizado em Portugal, mas já há registros dessa espécie invasora no Brasil, inclusive no Rio Mogi-Guaçu em Cachoeira de Emas no município de Pirassununga-SP (SIBBR, 2020). Quando uma espécie invasora se instala em um local, é questão de tempo até se espalhar para outros, logo os estudos fora do Brasil ajudam também a entender o problema e as modificações provocadas por esse engenheiro de ecossistema invasor no nosso território.

#### Seres humanos como engenheiros de ecossistemas (EEs)

Somos os mais notáveis EEs do Planeta Terra (VITOUSEK e colaboradores, 1997), considerados por Jones e colaboradores (1994) como EEs alogênicos natos, capazes até mesmo de simular sistemas autogênicos. Visto que transformamos o ambiente por meio do uso de tecnologias (VITOUSEK e colaboradores, 1997) e deste modo, moldamos o mundo que conhecemos, buscando torná-lo mais habitável para nós mesmos (SMITH, 2007). Influenciando assim, direta e indiretamente na perda e introdução de outros EEs, muitas vezes com grandes consequências secundárias (COLEMAN e WILLIAMS, 2002).

#### Referências

ANDRADE, H. S. F. **Manejo de gado bovino para restauração do cerrado**. 2021. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021. Acesso em: 10 Set. 2022. Disponível em:

<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-26052021-152753/pt-br.php>>.

ARAÚJO, J. **As minhocas, engenheiras dos ecossistemas**. 2020. Disponível em: <<https://naturaemuseubiodiv.wordpress.com/2020/02/18/as-minhocas-engenheiras-dos-ecossistemas/>>. Acesso em: 8 set. 2022.

ARRIGO, K. R.; SULLIVAN, C. W.; KREMER, J. N. A bio-optical model of Antarctic sea ice. **Journal of Geophysical Research**, v. 96, n. C6, p. 10.581-10.592, 1991.

BECK, H.; PAPORN, T.; FILIAGGI, M. Do neotropical peccary species (Tayassuidae) function as ecosystem engineers for anurans? **Journal of Tropical Ecology**, v. 26, n. 4, p. 407-414, 2010.

COLEMAN, F. C.; WILLIAMS, S. L. Overexploiting marine ecosystem engineers: Potential consequences for biodiversity. **Trends in Ecology and Evolution**, n. 17, p. 40-43, 2002.

DESBIEZ, A. L. J.; KLUYBER, D. The role of giant armadillos (*Priodontes maximus*) as physical ecosystem engineers. **Biotropica**, v. 45, n. 5, p. 537-540, 2013.

HASTINGS, A.; BYERS, J. E.; CROOKS, J. A.; CUDDINGTON, K.; JONES, C. G.; LAMBRINOS, J. G.; TALLEY, T. S.; WILSON, W. G. Ecosystem engineering in space and time. **Ecology Letters**, v. 10, n. 2, p. 153-164, 2007.

IPÊ - INSTITUTO DE PESQUISAS ECOLÓGICAS. **Estudo no Pantanal (MS) revela papel do tatu-canastra como “engenheiro do ecossistema”**. 2013. Disponível em: <<https://www.ipe.org.br/ultimas-noticias/900-estudo-no-pantanal-ms-revela-papel-do-tatu-canastra-como-engenheiro-do-ecossistema>>. Acesso em: 29 Ago. 2022.

JONES, C. G.; LAWTON, J. H.; SHACHAK, M. Organisms as ecosystem engineers. **Oikos**, v. 69, n. 3, p. 373-386, 1994.

JONES, C. G.; CASTELLANOS, I.; WEISS, M. R. Do leaf shelter always protect caterpillar from invertebrate predators? **Ecological Entomology**, n. 27, p. 753-757, 2002.

JONES, C. G.; GUTIÉRREZ, J. L. On the meaning, usage and purpose of the physical ecosystem engineering concept. Pp. 3-24. In: CUDDINGTON, K., BYERS, J. E., WILSON, W. G.; HASTINGS, A. (eds.). **Ecosystem Engineers: Plants to Protists**. USA: Academic Press/Elsevier, 405p.

JONES, C. G.; GUTIÉRREZ, J. L.; BYERS, J. E.; CROOKS, J. A.; LAMBRINOS, J. G.; TALLEY, T. S. A framework for understanding physical ecosystem engineering by organisms. **Oikos**, n. 119, p. 1862–1869, 2010.

KILCA, R. V.; TIZO-PEDROSO, E.; ZANINI, R. R. Diversidade de artrópodes nos abrigos foliares produzidos por *Gonioterma* sp. (Lepidoptera) em ramos de *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) no cerrado do Brasil central. **Revista de Biologia Neotropical**, v.10, n.2, p. 25-32, 2013.

MARTINSEN, G. D.; FLOATE, K. D.; WALTZ, A. M.; WIMP, G. M.; WHITHAM, T. G. Positive interactions between leafrollers and other arthropods enhance biodiversity on hybrid cottonwoods. **Oecologia**, n. 123, p. 82-89, 2000.

MENEZES, A. G. S. **Organização das crostas biológicas de solo em uma paisagem antrópica da Caatinga**. 2018. 71p. Mestrado (Dissertação em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Recife, 2018.

NATIONAL PARK SERVICE. **Benefits of bats**, 2020. Disponível em: <<https://www.nps.gov/subjects/bats/benefits-of-bats.htm>>. Acesso em: 10 Set. 2022.

PILÓ, L. B.; CALUX, A.; SCHERER, R.; BERNARD, E. Bats as ecosystem engineers in iron ore caves in the Carajás National Forest, Brazilian Amazonia. **Biorxiv**, 45p., 2022. Disponível em: <<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.04.19.488750v1.full>>. Acesso em: 03 Set. 2022.

RICKLEFS, R. E. Ecologia de Paisagem. In: \_\_\_\_\_. **A Economia da Natureza**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

SANTOS, B. L. F.; SANTOS, A. B.; MASSOCATO, G. F.; DESBIEZ, A. L. J. O tatu-canastra (*Prionites maximus*), seu papel ecológico e ameaças na Reserva Biológica de Sooterama e Reserva Natural Vale, ES. In:

SIMPÓSIO SOBRE A BIODIVERSIDADE DA MATA ATLÂNTICA, 7., 2018, Santa Teresa, Espírito Santo. **Anais...** Santa Teresa, 2018, p. 218-225.

SIBBR - SISTEMA DE INFORMAÇÃO SOBRE A BIODIVERSIDADE BRASILEIRA. **Corbicula fluminea (Müller, 1774)**. 2020. Disponível em: <[https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/265555?lang=pt\\_BR#overview](https://ala-bie.sibbr.gov.br/ala-bie/species/265555?lang=pt_BR#overview)>. Acesso em: 8 set. 2022.

SILVA, P. F. O. **Colheita sustentável de uma espécie invasora bem-sucedida: implicações para a comunidade macrozoobentônica**. 2017. 56f. Mestrado (Dissertação em Ecologia) - Universidade do Minho, Escola de Ciências, 2017. Disponível em: <[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/47184/1/Tese\\_PedroSilva\\_vfinal.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/47184/1/Tese_PedroSilva_vfinal.pdf)>. Acesso em: 09 Set. 2022.

SILVA, R. R.; SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; MORINI, M. S. C.; DELABIE, J. H. C. Grupos tróficos e guildas em formigas poneromorfas. In: DELABIE, J. H. C. e colaboradores **As formigas poneromorfas do Brasil**. Ilhéus: Editus, 2015. p 163-179.

SMITH, B. D. The Ultimate Ecosystem Engineers. **Science**, n. 315, p. 1797–1798, 2007.

SOUZA, S. M. A. R.; MATTHEWS-CASCON, H.; COUTO, E. C. G. Taxonomic and functional diversity of mollusk assemblages in a tropical rocky intertidal zone. **Iheringia**, Série Zoologia, n. 110, p. 1-10, 2020.

TOWNSEND, D. W., KELLER, M. D., SIERACKI, M. E.; ACKLESON, S. G. Spring phytoplankton blooms in the absence of vertical water column stratification. **Nature**, n. 360, p. 59-62, 1992.

VIANNA, M. T. G. **Remoção de ortofosfatos de água e de esgoto com adsorvente produzido a partir do exoesqueleto de coral-sol: Equilíbrio, cinética, termodinâmica e otimização do processo**. 2015. 123p. Mestrado (Dissertação em Engenharia Ambiental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M. Human

Domination of Earth's Ecosystems. **Science**, n. 277, p. 494–499, 1997.

WRIGHT, J. P.; JONES, C. G.; FLECKER, A. S. An ecosystem engineer, the beaver, increases species richness at the landscape scale. **Oecologia**, n. 132, p. 96–101, 2002.

WRIGHT, J. P.; JONES, C. G. The concept of organisms as ecosystem engineers ten year on: Progress, limitation and challenges. **BioScience**, n. 56, p. 66–72, 2006.