
Tricópteros.

Insetos aquáticos holometabólicos.

CATEGORIA

Artigo

CITAÇÃO

Ferreira, V. (2026)

Tricópteros,

Rev. Ciência Elem., V14(01):009.

doi.org/10.24927/rce2026.009

EDITOR

João Nuno Tavares

Universidade do Porto

EDITORES CONVIDADOS

Paulo Ribeiro-Claro, Mariela M. Nolasco

Universidade de Aveiro

RECEBIDO EM

29 de julho de 2025

ACEITE EM

22 de outubro de 2025

PUBLICADO EM

15 de março de 2026

COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2026.

Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](https://www.rce.casadasciencias.org)



Verónica Ferreira

MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente | ARNET – Rede de Investigação Aquática / U. Coimbra

Os tricópteros são um grupo de insetos muito diverso, mas pouco conhecido. Isto deve-se ao fato de terem larvas aquáticas, que habitam principalmente ribeiros de floresta de águas limpas e bem oxigenadas. Já os adultos são pequenos e discretos e têm hábitos crepusculares vespertinos ou noturnos. As larvas e os adultos são muito diferentes (insetos holometabólicos) e por isso o ciclo de vida tem quatro fases: ovo, larva, pupa e adulto, e a metamorfose é completa e decorre dentro dum casulo pupal. Completam geralmente o ciclo de vida num ano (ciclo univoltino), passando a maior parte do tempo como larvas. As larvas de muitas famílias constroem casulos portáteis de seda ou com materiais do meio (folhas, areia), cuja forma é típica de cada família. Estes casulos portáteis desempenham várias funções, incluindo proteção contra predadores. Outras famílias produzem redes de seda para capturar partículas finas ou pequenos organismos arrastados pela corrente, ou têm larvas de vida livre. As larvas alimentam-se de diferentes recursos e modos consoante a espécie/família; mais comumente raspam biofilme das rochas (raspadores), fragmentam folhas em decomposição (fragmentadores), recolhem detritos finos (coletores) ou predam pequenos animais (predadores). A grande diversidade funcional dos tricópteros permite que tanto as larvas como os adultos desempenhem vários papéis essenciais ao funcionamento dos ecossistemas ribeirinhos, onde participam no ciclo dos nutrientes, integram as teias alimentares, são engenheiros do ecossistema, contribuem para a qualidade da água, promovem a fertilização do solo e fazem polinização. Os tricópteros também fornecem vários serviços diretos às populações humanas: são indicadores de qualidade ambiental, consumidos como iguaria, usados na pesca, no artesanato, na investigação e na educação. No entanto, os tricópteros enfrentam ameaças como a poluição, as mudanças climáticas, as alterações à floresta e as barreiras nos cursos de água. É essencial proteger os ecossistemas de água doce para preservar os tricópteros, as funções ecológicas que desempenham e os serviços que fornecem às populações.

Diversidade e filogenia dos tricópteros.

A ordem Trichoptera compreende mais de 16 mil espécies atuais de insetos (classe Insecta, filo Arthropoda)¹, conhecidos como tricópteros ou frigânicos (*caddisflies* em Inglês e “João-pedreiros” no Brasil) (FIGURA 1). São considerados insetos aquáticos pois a fase larvar da generalidade das espécies decorre em meio aquático. A maioria das espécies está associada a ambientes de água doce (salinidade < 0,5 g sal/L, espécies dulçaquícolas), mas as larvas de algumas espécies das famílias Hydropsychidae, Leptoceridae e Limnephilidae podem ser encontradas também em ambientes de água salobra com baixa salinidade (p. ex., secções oligo-halinas dos estuários, com salinidade entre 0,5 e 5,0 g sal/L), e as larvas da família Chathamidae (nativa na Austrália e Nova Zelândia) estão adaptadas ao ambiente salino das poças de maré. A ordem só não inclui unicamente espécies aquáticas porque a espécie *Enoicyla pusilla* (e possivelmen-

te outras espécies do mesmo género; família Limnephilidae) tem todo o seu ciclo de vida em meio terrestre, encontrando-se principalmente em bosques temperados maduros de França, Alemanha e Reino Unido, onde a larva habita a manta morta.

Estão registadas cerca de 185 espécies de tricópteros em Portugal continental, todas espécies dulçaquícolas. Várias espécies são endemismos Ibéricos, incluindo *Hydroptila idifix* (família Hydroptilidae), *Barypenthus concolor* (família Odontoceridae), *Rhyacophila obelix* (família Rhyacophilidae) e *Sericostoma vittatum* (família Sericostomatidae). A diversidade de tricópteros nos arquipélagos da Madeira e dos Açores é substancialmente mais baixa. No arquipélago da Madeira estão registadas 15 espécies dulçaquícolas de tricópteros, sendo nove delas endémicas: *Polycentropus flavostictus* (família Polycentropodidae), *Mesophylax oblitus* (família Limnephilidae), *Stactobia atra* e *Stactobia nybomi* (família Hydroptilidae), *Tinodes cinereus*, *Tinodes griseus* e *Tinodes merula* (família Psychomyiidae), *Synagapetus punctatus* e *Synagapetus laurisilvanicus* (família Glossosomatidae)^{2,3}. No arquipélago dos Açores estão registadas cinco espécies dulçaquícolas de tricópteros, sendo uma endémica: *Limnephilus atlanticus* (família Limnephilidae)⁴.

A ordem Trichoptera está filogeneticamente próxima da ordem Lepidoptera (borboletas e traças), incluindo-se ambas na superordem Amphiesmenoptera. As relações filogenéticas dentro da ordem Trichoptera têm sido alvo de debate, mas considera-se presentemente a existência de duas subordens: Annulipalpia e Integripalpia¹. A subordem Annulipalpia inclui todas as famílias cujas larvas produzem abrigos fixos e redes (p. ex., famílias Hydropsychidae, Philopotamidae, Polycentropodidae; FIGURA 1)¹. Já a subordem Integripalpia inclui todas as famílias cujas larvas constroem casulos portáteis (p. ex., famílias Helichopsychidae, Lepidostomatidae, Limnephilidae, Sericostomatidae; FIGURA 1)¹. As famílias de micro-tricópteros (p. ex., família Hydroptilidae), de tricópteros que fazem casulo portátil em forma de domo (p. ex., família Glossosomatidae) e de tricópteros de vida livre (p. ex., família Rhyacophilidae) (FIGURA 1) são consideradas linhagens basais dentro da subordem Integripalpia, embora alguns autores considerem que poderão integrar uma terceira subordem (Spicipalpia)¹. Registos fósseis mostram que os tricópteros já existiam no período Triássico Superior (aproximadamente há 230 milhões de anos)¹, mas é possível que o seu surgimento tenha ocorrido ainda no período Pérmico.



FIGURA 1. Larvas de tricópteros de diferentes famílias, de vida livre (A), que produzem redes e abrigos fixos (B–C) e que constroem casulos portáteis (D–J) que podem ser de detritos vegetais (D), uma mistura de detritos vegetais e elementos minerais (E), unicamente de elementos minerais (F–I) ou de seda (J): A) Rhyacophilidae, B) Hydropsychidae, C) Polycentropodidae, D) Lepidostomatidae, E) Limnephilidae, F) Beraeidae, G) Sericostomatidae, H) Goeridae, I) Glossosomatidae e J) Hydroptilidae. As imagens não estão na mesma escala. Fotos: A–I, Hallvard Elven, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo (Wikimedia Commons); J, Esteban Peláez Sánchez (Flickr).

Morfologia dos tricópteros.

Os tricópteros têm larvas completamente distintas dos adultos (são insetos holometabólicos) (FIGURA 2), e por isso o conjunto das características típicas dos insetos está presente apenas nos adultos (TABELA 1).

TABELA 1. Características morfológicas típicas dos insetos nas larvas e adultos de tricópteros.

| Características morfológicas típicas dos insetos | Tricópteros | |
|---|-------------------------------|---------------------------|
| | Larvas | Adultos |
| Corpo dividido em três partes: cabeça, tórax e abdómen | Presente | Presente |
| Um par de olhos compostos na cabeça | Ausente (ocelos laterais) | Presente |
| Um par de antenas na cabeça | Presente (antenas vestigiais) | Presente (antenas longas) |
| Três pares de patas, um par por cada segmento do tórax | Presentes | Presentes |
| Dois pares de asas, um no segundo e um no terceiro segmentos do tórax | Ausentes | Presentes |

As larvas dos tricópteros são cilíndricas e possuem o corpo dividido em três partes: cabeça, tórax e abdómen. A cabeça é rígida (esclerotizada), tem um par de ocelos (olhos simples), um par de antenas vestigiais e mandíbulas bem desenvolvidas (FIGURA 2, TABELA 2). O tórax tem três segmentos, sendo o dorso do segmento anterior (próximo da cabeça) completamente esclerotizado, enquanto o dorso dos outros dois segmentos torácicos pode ser completamente esclerotizado, ter placas esclerotizadas ou ser membranoso (FIGURAS 1 e 2). O tórax apresenta três pares de patas bem desenvolvidas, um par por cada segmento torácico (FIGURA 2, TABELA 2). O abdómen tem nove segmentos e um par de prolongamentos anais que terminam em garra (FIGURAS 1 e 2, TABELA 2). O abdómen pode ser livre de branquias ou apresentar branquias filamentosas dispostas isoladamente ou em pequenos grupos por todo o abdómen ou em grupos dispostos lateral ou ventralmente (FIGURA 1), e pode ter 2 ou 3 protuberâncias no primeiro segmento abdominal. Uma das características mais distintivas das larvas é possuírem glândulas labiais produtoras de seda – estas são difíceis de observar, no entanto tornam possível a produção de redes de seda e a construção de abrigos fixos e casulos portáteis.

Já os tricópteros adultos caracterizam-se por terem as asas cobertas de pelos, característica que dá o nome à ordem [Trichoptera deriva do grego *trichos* (pelos) + *ptera* (asas)], com coloração (mais ou menos homogênea) entre o castanho-claro e o preto e dispostas em forma de telhado sobre o corpo (FIGURA 2, TABELA 2). As antenas são longas e filiformes, e os olhos são compostos e dispostos lateralmente na cabeça (FIGURA 2, TABELA 2). As mandíbulas são vestigiais e por isso os adultos não conseguem consumir alimentos sólidos; em algumas famílias, os adultos possuem haustelo (peças bucais com estrutura sugadora em forma de tubo) e alimentam-se de néctar, enquanto nas famílias em que o haustelo está ausente os adultos não se alimentam e têm períodos de vida mais curtos (FIGURA 2, TABELA 2).

A generalidade das espécies atinge tamanhos máximos de 1–2 cm (excluindo as antenas e as asas nos adultos), mas as espécies de micro-tricópteros (p. ex., família Hydroptilidae) têm tamanhos máximos de 5 mm e algumas espécies das famílias Calamoceratidae, Limnephilidae, Phryganeidae e Stenopsychidae podem chegar aos 3–4,5 cm.

TABELA 2. Características morfológicas típicas das larvas e adultos de tricópteros. *Característica distintiva em relação aos outros grupos de insetos, #Característica distintiva entre os insetos aquáticos

| Larvas | Adultos |
|--|---|
| Olhos simples | Asas membranosas opacas, com poucas nervuras transversas e cobertas de pelos, menos densos no par posterior * |
| Três pares de patas bem desenvolvidas no tórax | Asas dispostas em forma de telhado sobre o corpo quando em descanso |
| Mandíbulas bem desenvolvidas, mas mais curtas do que a cabeça | Antenas filiformes e longas (geralmente mais longas do que o corpo) |
| Um par de prolongamentos anais com uma garra em forma de gancho em cada um * | Peças bucais mastigadoras reduzidas e não funcionais (podem ter haustelo – estrutura em forma de tubo) |
| Glândulas labiais produtoras de seda # | Ausência de ocelos (apenas estão presentes olhos compostos) |

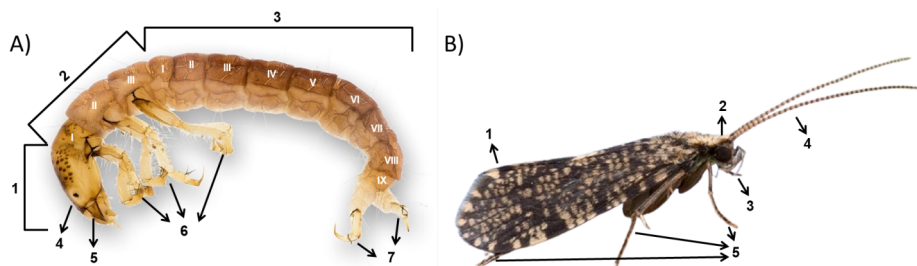


FIGURA 2. Aspectos morfológicos típicos dos tricópteros: A) larva com corpo dividido em cabeça (1), tórax com três segmentos (2) e abdômen com nove segmentos (pode ter branquias) (3), com ocelos (4) e mandíbulas bem desenvolvidas (5) na cabeça (as antenas vestigiais não estão visíveis), três pares de patas bem desenvolvidas no tórax (6) e um par de prolongamentos anais que terminam em garra (7) e B) adulto com asas cobertas de pelos e dispostas em forma de telhado sobre o tórax e o abdômen (1), olhos compostos (2), aparelho bucal com haustelo (3), um par de antenas longas e filiformes (4) e três pares de patas bem desenvolvidas no tórax (5). As imagens não estão na mesma escala. Fotos: Hallvard Elven, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo (Wikimedia Commons).

A identificação das larvas de tricópteros ao nível da família é relativamente fácil usando indivíduos nos últimos estágios larvares (primavera) e recorrendo a uma lupa de mão e uma chave de identificação ilustrada⁵. Já a identificação dos adultos é complexa, requerendo a extração e observação da genitália com lupa binocular ou microscópio.

Ciclo de vida.

Os tricópteros passam por uma metamorfose completa durante o seu desenvolvimento (ciclo de vida holometabólico). Em resultado, o seu ciclo de vida está dividido em quatro fases: ovo, larva, pupa (na qual ocorre a metamorfose) e adulto alado. O ciclo de vida dos tricópteros geralmente completa-se num ano (ciclo univoltino).

As fêmeas põem os ovos (oviposição, espécies ovíparas) entre o final da primavera e o início do outono, num único evento, morrendo em seguida (espécies semélparas). Dependendo da espécie, cada fêmea pode colocar um total de 30 a 1000 ovos, distribuídos por uma ou várias massas de ovos¹. As massas de ovos podem ser de uma camada rigidamente fixa ao substrato ou globosas com os ovos envolvidos por um polissacarídeo gelatinoso (espumalina) que adere ao substrato (FIGURA 3). Para a oviposição, as fêmeas das espécies dulçaquícolas mergulham até ao leito do rio para colocar os ovos submersos fixos ao substrato (rochas, plantas submersas) ou colocam-nos logo acima da linha de água (folhas ou ramos pendentes) para que as larvas submerjam logo após a eclosão (FIGURA 3). Após alguns dias ou semanas, geralmente entre o final do verão e o início do outono, as larvas eclodem.

As larvas crescem até à primavera seguinte, passando geralmente por cinco estágios larvares (“*instars*”), delimitados por mudas (ecdises), antes de puparem. Dependendo da espécie, as larvas podem ter diferentes formas de vida, ocupar diferentes micro-*habitats* e alimentar-se de diferentes recursos (FIGURAS 1 e 4). Quando o número de horas de luz e a temperatura da água começam a aumentar (primavera), as larvas preparam-se para pupar. Nessa altura, as larvas de uma mesma espécie podem aglomerar-se em locais que consideram ter as características ótimas para passarem a fase de pupa, altura em que ficam inativas enquanto passam pela metamorfose. As larvas da subordem Integripalpia fixam os seus casulos portáteis a substratos robustos para evitar o seu arrastamento pela corrente, fecham a abertura do casulo com uma membrana de seda deixando uma fresta central para permitir a circulação da água, e criam um casulo pupal de seda. As larvas da subordem Annulipalpia e das linhagens basais da ordem Integripalpia fazem nesta altura um abrigo em forma de domo dentro do qual criam um casulo pupal de seda¹. A metamorfose dura geralmente uma a três semanas.

Após a metamorfose, a pupa madura com o adulto já formado dentro do exosqueleto pupal (exúvia) sai do casulo pupal e do casulo exterior, nada ou arrasta-se até à margem e liberta a exúvia. O adulto alado voa então até à vegetação (FIGURA 3). A emergência dos adultos de uma dada espécie ocorre, frequentemente, ao entardecer e de modo sincronizado para aumentar a probabilidade de encontrarem parceiro e para proteção individual contra predadores. A fase de vida adulta dura entre alguns dias e um mês, entre o final da primavera e o início do outono. Durante este período, os adultos da maioria das espécies estão ativos ao entardecer (são crepusculares vespertinos) ou de noite (são noturnos), altura em que ocorre o acasalamento.

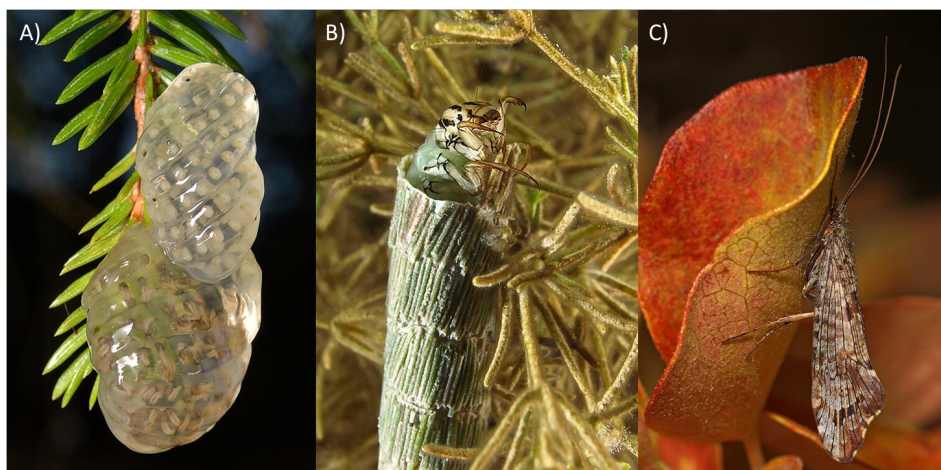


FIGURA 3. Algumas fases do ciclo de vida dos tricópteros: A) ovos (massa superior) e larvas recém-eclodidas (massa inferior) envoltos em espumalina aderida a um ramo suspenso sobre a água (família Limnephilidae), B) larva aquática no seu casulo portátil entre a vegetação submersa (família Phryganeidae) e C) adulto (família Thremmatidae). As imagens não estão na mesma escala. Fotos: A, Ryan Hodnett (Wikimedia Commons); B, Mounty64 (Wikimedia Commons); C, Judy Gallagher (Wikimedia Commons).

Habitat, alimentação e comportamento das larvas.

Os tricópteros dulçaquícolas podem ser encontrados preferencialmente em ribeiros de águas frescas e bem oxigenadas, onde se alimentam de uma grande variedade de recursos e ocupam diferentes micro-*habitats*. Por exemplo, muitas espécies alimentam-se de detritos vegetais grosseiros como folhas de origem terrestre (espécies fragmentadoras; TABELA 3). As espécies fragmentadoras que

são ativas durante o dia (espécies diurnas) constroem casulos portáteis total ou parcialmente com elementos vegetais para se camuflarem entre os detritos vegetais onde habitam (p. ex., famílias Lepidostomatidae e Limnephilidae; FIGURAS 1 e 4). As espécies fragmentadoras que são ativas durante a noite (espécies noturnas) passam o dia parcialmente enterradas na areia e por isso os casulos portáteis são de areia para melhor camuflagem (p. ex., família Sericostomatidae; FIGURA 1).

As espécies que se alimentam de biofilme, raspando a camada de algas microscópicas que se desenvolve na face superior das rochas (espécies raspadoras; TABELA 3), habitam áreas pedregosas e fazem casulos portáteis de areão ou pequenos cascalhos (p. ex., família Glossosomatidae; FIGURAS 1 e 4). As espécies tipicamente filtradoras (alimentam-se de partículas finas de detritos ou pequenos animais arrastados pela corrente; TABELA 3) habitam zonas com corrente relativamente rápida onde fazem redes relativamente planas com menos de 1 cm² (p. ex., família Hydropsychidae) ou com corrente mais lenta onde fazem redes em forma de saco ou tubo (p. ex., famílias Philopotamidae e Polycentropodidae) (FIGURAS 1 e 4). Já as espécies que se alimentam de algas filamentosas e plantas aquáticas estão frequentemente associadas a estes elementos (p. ex., família Hydroptilidae; TABELA 3).

A maioria das espécies apresenta, no entanto, plasticidade no modo de alimentação, quer em função dos recursos disponíveis, quer em função do estágio larvar em que se encontra. Por exemplo, as larvas de *Sericostoma vittatum* (família Sericostomatidae), tipicamente fragmentadoras, podem alimentar-se de partículas finas, biofilme e plantas aquáticas quando as folhas escasseiam⁶. Também as larvas das espécies tipicamente fragmentadoras se alimentam de partículas finas nos primeiros estágios larvares (são coletoras), altura em que o aparelho bucal ainda não é robusto para permitir a ação fragmentadora.

TABELA 3. Classificação dos tricópteros com base no recurso alimentar e no modo de alimentação das larvas.

| Classificação com base no recurso alimentar | Classificação com base no modo de alimentação |
|--|---|
| Detritívoros – alimentam-se de detritos vegetais | Fragmentadores – fragmentam detritos vegetais grosseiros como folhas (p. ex., famílias Lepidostomatidae, Limnephilidae e Sericostomatidae) |
| | Coletores de fundo – recolhem detritos vegetais finos do leito (p. ex., famílias Thremmatidae, Uenoidae) |
| | Coletores-filtradores – recolhem detritos vegetais finos e pequenos organismos (microinvertebrados) da coluna de água, usando redes de seda (p. ex., famílias Hydropsychidae, Philopotamidae e Psychomyiidae) ou as patas (p. ex., algumas espécies das famílias Brachycentridae e Limnephilidae) |
| Herbívoros – alimentam-se de plantas/algas vivas | Raspadores – raspam o biofilme da superfície das rochas, dos detritos vegetais grosseiros e das plantas aquáticas (p. ex., famílias Glossosomatidae, Helicopsychidae, Thremmatidae e Uenoidae) |
| | Mastigadores/pastadores – mastigam partes vivas moles de plantas aquáticas (p. ex., algumas espécies das famílias Beraeidae e Limnephilidae) |
| | Perfuradores – perfuram as células de algas filamentosas ou tecidos moles de plantas aquáticas para sugar o seu conteúdo (p. ex., alguns géneros da família Hydroptilidae) |
| Predadores – alimentam-se de outros animais | Predadores – capturam ativamente outros invertebrados vivos (p. ex., família Rhyacophilidae, alguns géneros da família Polycentropodidae) |

As larvas de tricópteros podem ter diferentes formas de vida, em função da família a que pertencem. As larvas podem construir abrigos fixos e/ou redes deambulando nestes espaços conforme a necessidade de se protegerem e/ou alimentarem (famílias da subordem Annuli-

palpia), podem construir casulos portáteis de seda ou com materiais variados que unem com seda (maioria das famílias da subordem Integripalpia), ou podem ter vida livre se não fizerem qualquer abrigo (p. ex., família Rhyacophilidae) (FIGURA 1).



FIGURA 4. Aspectos da alimentação e comportamento de larvas de tricópteros: A) larvas fragmentadoras com casulos portáteis de detritos vegetais a consumir folhas de amieiro submersas (família Limnephilidae), B) larvas raspadoras com casulos de areia sobre as superfícies expostas das rochas onde raspam o biofilme (família Glossosomatidae) e C) rede de seda em forma de saco produzida por larva filtradora para captação de partículas finas e pequenos organismos arrastados pela corrente (família Polycentropodidae). Fotos: Verónica Ferreira.

Os casulos portáteis construídos pela maioria das famílias de tricópteros têm várias funções (TABELA 4), e refletem a disponibilidade de materiais no meio.

TABELA 4. Função dos casulos portáteis nas larvas de tricópteros.

| Função | Descrição |
|----------------------------|--|
| Proteção contra predadores | Camuflagem – casulos com materiais do meio dificultam a localização das larvas pelos predadores |
| | Armadura – casulos com areias e materiais pontiagudos dificultam o consumo das larvas pelos predadores |
| | Exagerar o tamanho – casulos mais largos/compridos do que a larva criam a ilusão de que esta é maior e dissuadem predadores com amplitudes de abertura de boca menores |
| Estabilidade | Casulos de materiais minerais aumentam o peso da larva e dificultam o arrastamento pela corrente |
| Facilitação da respiração | Casulos tubulares permitem a criação de correntes de água no interior que facilitam a respiração, especialmente quando a concentração de oxigénio dissolvido na água diminui |
| Câmara de pupação | O abrigo confere proteção à pupa enquanto decorre a metamorfose |

Serviços.

Serviços de suporte e de regulação.

Os tricópteros desempenham funções ecológicas importantes nos ambientes onde habitam, ajudando a sustentar vários serviços de suporte e de regulação (i.e., serviços que beneficiam indiretamente as populações humanas ribeirinhas)⁷:

Ciclo dos nutrientes. Os tricópteros incorporam azoto e fósforo na sua biomassa (retenção de nutrientes), são alimento para predadores aquáticos e terrestres (transferência de nutrientes), fragmentam a matéria orgânica grosseira facilitando o acesso dos microrganismos decompo-

sitores (facilitação da ação de outros organismos) e produzem partículas orgânicas finas que são usadas pelos coletores (facilitação da ação de outros organismos).

Teias alimentares aquáticas e terrestres. As larvas de espécies herbívoras são consumidoras de primeira ordem nas cadeias alimentares autotróficas (têm os produtores primários na base), enquanto as larvas de espécies fragmentadoras são consumidoras de primeira ordem nas cadeias alimentares heterotróficas (têm os detritos em decomposição na base). As larvas de espécies fragmentadoras são também importantes produtoras de partículas orgânicas finas em resultado da sua atividade fragmentadora e da produção de fezes (material vegetal não digerido), que servem de alimento às espécies coletoras. As larvas em geral são importantes presas para os peixes e aves (FIGURA 5). Já os adultos são presas de aves, anfíbios, morcegos e aranhas, importantes inimigos naturais de pragas agrícolas.

Engenheiros de ecossistemas. As larvas de tricópteros alteram ou criam *habitats*, influenciando a disponibilidade de recursos para outras espécies. As espécies que usam seda para fixar abrigos e redes aos elementos minerais no leito do rio e as espécies que constroem casulos portáteis com areias contribuem para a retenção destes elementos no leito do rio, estabilizando o substrato¹. A estabilização do substrato, a alteração dos padrões de corrente ao nível do leito, e as próprias redes e abrigos construídos pelas larvas de tricópteros criam *micro-habitats* que podem ser usados por outras espécies de invertebrados aquáticos como substrato, abrigo ou área de alimentação.

Qualidade da água. As larvas de espécies filtradoras captam detritos em suspensão e a emergência dos adultos retira do ecossistema aquático os nutrientes que as larvas incorporaram na sua biomassa, contribuindo para a boa qualidade da água¹.

Polinização. Os adultos de algumas espécies têm haustelo que lhes permite sugar líquidos (néctar). Assim, ao visitarem flores para se alimentarem atuam como polinizadores e contribuem para a reprodução das espécies de plantas ripárias que dependem da polinização entomófila⁸ (FIGURA 5).

Fertilização do solo. A emergência (e morte) em massa de adultos (ricos em azoto e fósforo) contribui com nutrientes para os solos das zonas ribeirinhas⁸ (FIGURA 5).



FIGURA 5. Algumas funções ecológicas desempenhadas pelos tricópteros: A), participação no ciclo dos nutrientes e nas teias alimentares como alimento para predadores, B) polinização e C) fertilização do solo. Fotos: A, Eugene Beckes (Flickr), B, James K. Lindsey (Wikimedia Commons), C, Annie Warren (Northwest Public Broadcasting).

Serviços culturais e de aprovisionamento.

Os tricópteros também suportam vários serviços que beneficiam diretamente as populações humanas (serviços culturais e de aprovisionamento)⁷:

Indicadores de qualidade ambiental. As larvas de tricópteros são sensíveis a várias alterações ambientais e por isso a abundância de certas famílias é usada como indicador da qualidade ambiental dos rios, incluindo em Portugal onde integram os índices bióticos oficiais⁹. Por exemplo, a respiração nas larvas de tricópteros faz-se por difusão de gases (entrada de oxigénio e saída de dióxido de carbono) através das secções de tegumento (“pele”) não enrijecidas; em algumas famílias, as larvas possuem brânquias abdominais (prolongamentos filamentosos) que aumentam a área disponível para as trocas gasosas. Este tipo de respiração funciona preferencialmente quando a concentração de oxigénio dissolvido na água é alta. Assim, a poluição orgânica (e a consequente diminuição da concentração de oxigénio dissolvido em resultado da estimulação do metabolismo microbiano pelo excesso de nutrientes) e o aumento da temperatura da água devido à alteração ou eliminação da vegetação ripária e às mudanças climáticas (e consequente diminuição da solubilidade do oxigénio na água) levam ao desaparecimento das famílias mais sensíveis e à diminuição da abundância de larvas de tricópteros nos rios. As famílias com larvas que se alimentam de detritos vegetais são também sensíveis a alterações na composição da floresta ripária (p. ex., substituição por monocultura de eucalipto), havendo uma diminuição do número de famílias presentes e da abundância de larvas¹⁰. As famílias com larvas que filtram partículas de matéria orgânica da corrente são sensíveis a alterações hidromorfológicas no canal (p. ex., represamento) e podem estar ausentes.

Isco na pesca com isco natural e inspiração de isco na pesca à mosca. As larvas de tricópteros são presas preferenciais de várias espécies piscícolas¹¹ e por isso os pescadores usam-nas como isco na pesca com isco natural. Na técnica de pesca à mosca (“*fly fishing*”), é usado um isco artificial (“mosca” ou “*fly*”) que imita a presa natural da espécie de peixe alvo. Esta imitação é criada como parte integrante do anzol que lhe serve de base, usando linhas, penas, pelos e outros materiais leves de modo a produzir uma “mosca” que se assemelhe à presa da espécie de peixe alvo. A “mosca” pode representar qualquer fase do ciclo de vida do tricóptero sendo designada de “mosca molhada” (“*wet fly*”) quanto representa a larva ou o pré-adulto e de “mosca seca” (“*dry fly*”) quando representa o adulto. A “mosca” pode ser uma interpretação mais livre ou mais realista do inseto que se pretende imitar, e é em si uma obra de arte¹² (FIGURA 6).

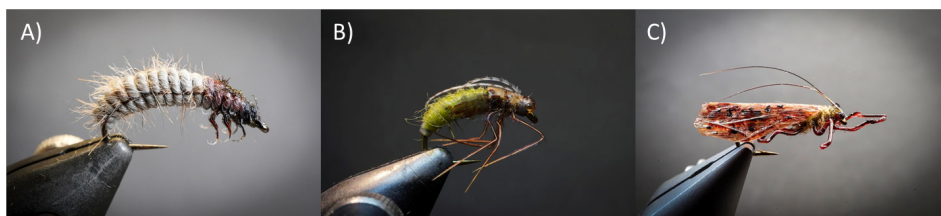


FIGURA 6. “Moscas” que representam diferentes fases do ciclo de vida dos tricópteros: A) larva, B) pré-adulto e C) adulto. Fotos: Florian Michev (Fly Fishing Adventures).

Arte e artesanato. A criação de casulos portáteis tubulares pelas larvas de algumas famílias de tricópteros tem sido explorada do ponto de vista artístico. O artista plástico francês Hubert Duprat trabalha com larvas de tricópteros (possivelmente da família Limnephilidae) desde a década de 1980, criando-as em aquários e fornecendo-lhes pepitas de ouro e pedras preciosas e semipreciosas em substituição dos elementos minerais que as larvas naturalmente usam para construir os seus casulos (FIGURA 7). O artista depois exhibe os casulos em exposições¹³. Ao

longo das últimas décadas, Hubert Duprat compilou exaustivamente publicações e outros recursos sobre os tricópteros, que usou para o projeto “*Miroir du Trichoptère*”, que inclui um livro, uma exposição, e uma página online com a listagem completa dos mais de 1600 títulos que colecionou sobre o tema¹⁴. Outros artistas têm criado peças de bijuteria com casulos de tricópteros. A artista mais reconhecida neste campo é a estado-unidense Kathy Stout, que desde 1995 cria larvas de *Pycnopsyche gentilis* (família Limnephilidae) em aquários com pedras semipreciosas e depois usa os casulos que as pupas deixam quando passam à fase adulta para criar brincos, pendentes e pulseiras¹⁵ (FIGURA 7).



FIGURA 7. Utilização artística dos casulos portáteis dos tricópteros (família Limnephilidae). Fotos: A, Hubert Duprat (Wikimedia Commons); B–D, Kathy Stout (Wildscape).

Iguaria. Na região de Nagano, Japão, as larvas de várias espécies de insetos aquáticos (“*zazamushi*”), principalmente larvas de *Stenopsyche marmorata* (família Stenopsychidae) que podem atingir 4,5 cm de comprimento, eram tradicionalmente usadas como fonte de proteína pelas comunidades locais^{16,17}. O hábito de consumir insetos aquáticos tem vindo a diminuir e atualmente “*zazamushi*” é considerado uma iguaria, vendida essencialmente como “*souvenir*”^{16,17}. A apanha de “*zazamushi*” (que requer licença se recorrer a rede) decorre entre dezembro e fevereiro, maioritariamente no rio Tenryō, onde as larvas habitam zonas de corrente rápida e chegam a atingir densidades de 2000 larvas por metro quadrado^{16,17} (FIGURA 8). Depois de selecionadas as larvas a usar, estas são rapidamente fervidas em água para limpeza e depois são cozinhadas com molho de soja e açúcar¹⁷ (FIGURA 8).



FIGURA 8. Processo para preparação de “zazamushi”: A) apanha de insetos aquáticos, B) triagem das larvas e C) sugestão de apresentação para consumo. Fotos: A–B, Nicolas Césard (CNRS-MNHN-Université Paris Cité), C, Slow Food Foundation for Biodiversity.

Investigação. A grande diversidade de espécies e de papéis ecológicos dos tricópteros tem-nos colocado no centro de um grande número de investigações científicas. Vários índices bióticos para avaliação da qualidade ambiental dos rios integram medidas derivadas dos tricópteros (p. ex., número de famílias, abundância de larvas) e um grande número de estudos aborda a resposta deste grupo taxonómico a variadas alterações ambientais (p. ex., para avaliar o seu papel como sentinela de impactes nas comunidades aquáticas). Os tricópteros são também alvo de estudos de filogenia (estudo da história evolutiva) e biogeografia (estudo da distribui-

ção das espécies no espaço e ao longo do tempo). Os tricópteros são ainda organismos modelo para o estudo de vários aspetos ecológicos (p. ex., ecologia alimentar), comportamentais (p. ex., construção de casulos portáteis, sistema de acasalamento, comunicação por feromonas) e do ciclo de vida (p. ex., sazonalidade)^{18,19}. A seda produzida pelas larvas tem interesse do ponto de vista da biomimética (prática de aprender com a natureza para resolver problemas de engenharia e design) e da bioengenharia (aplicação dos princípios da engenharia e da biologia para desenvolver soluções e tecnologias). A seda produzida pelas larvas é muito resistente e flexível, tem a capacidade de aderir a uma grande variedade de substratos, e é funcional em meio aquático²⁰. Estas características (cuja combinação é rara) estão a ser estudadas com vista ao desenvolvimento de um adesivo sintético que funcione em condições húmidas²¹, o qual terá múltiplas potenciais aplicações médicas (p. ex., colas ou suturas cirúrgicas que funcionem dentro do corpo) e industriais (p. ex., reparações subaquáticas).

Educação. As larvas fragmentadoras de algumas famílias podem ser mantidas em aquário com baixa necessidade de manutenção e usadas em contexto de sala de aula ou em contexto de ensino informal para abordar aspetos relacionados com o seu ciclo de vida, morfologia, camuflagem e papel no processo de decomposição de detritos vegetais e na ecologia dos ribeiros de floresta²². O fato das larvas de algumas famílias construírem casulos portáteis com elementos do meio pode ser usado para despertar o interesse das crianças para os insetos aquáticos, acompanhado da realização de atividades manuais criativas²³. Também, os tricópteros fragmentadores e construtores de casulos portáteis são protagonistas em alguns livros infantis que dão a conhecer às crianças este grupo taxonómico, assim como aspetos da sua ecologia e ciclo de vida²⁴.

Desserviços.

Nenhuma espécie de tricóptero constitui perigo para o ser humano. No entanto, as larvas de algumas espécies podem causar perdas económicas quando atingem grandes densidades em áreas exploradas para fins comerciais. Por exemplo, as larvas de algumas espécies (famílias Leptoceridae e Limnephilidae), quando em grandes densidades, podem tornar-se pragas para as culturas do arroz e do agrião, e as larvas de espécies que constroem redes (p. ex., família Hydropsychidae) podem bloquear as tubagens de entrada de água em centrais hidroelétricas, sistemas de irrigação e de aquacultura¹. Já a emergência em massa de adultos, na ordem dos milhões (como acontece em alguns locais do rio Mississípi, nos Estados Unidos da América, por exemplo) pode causar incómodo para as populações ribeirinhas¹. Em Portugal não há conhecimento da ocorrência destes desserviços.

Ameaças.

Várias espécies de tricópteros estão identificadas como ameaçadas pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), e várias espécies foram declaradas extintas ao longo do século XX, p. ex., *Hydropsyche tobiasi* (família Hydropsychidae), *Rhyacophila amabilis* (família Rhyacophilidae), *Triaenodes phalacris* e *Triaenodes tridonata* (família Leptoceridae). No entanto, o estatuto de conservação das espécies de tricópteros em Portugal é desconhecido por falta de informação. Entre as ameaças que enfrentam, estão a poluição aquática, as mudanças climáticas, as alterações à floresta e as barreiras transversais nos cursos de água (TABELA 5).

TABELA 5. Ameaças aos tricópteros, alterações ambientais induzidas e tipo de espécies mais afetadas.

| Ameaças | Alterações ambientais e modo de ação | Tipo de espécies mais afetadas |
|------------------------|---|--|
| Poluição aquática | O excesso de nutrientes estimula a atividade microbiana o que pode levar à diminuição da concentração de oxigénio dissolvido | A maioria das espécies, que necessitam de alta concentração de oxigénio dissolvido |
| | Os inseticidas destinados a pragas agrícolas afetam negativamente os insetos aquáticos | Todas as espécies |
| | Os fungicidas destinados a pragas agrícolas afetam os fungos decompositores aquáticos | Espécies que se alimentam de detritos vegetais e beneficiam da sua pré-colonização por fungos decompositores |
| Mudanças climáticas | O aumento da temperatura diminui a solubilidade do oxigénio na água e aumenta as necessidades de oxigénio por parte dos organismos | A maioria das espécies, que estão adaptadas a ambientes de águas frescas e necessitam de alta concentração de oxigénio dissolvido |
| | A diminuição da precipitação pode levar à seca prematura dos ribeiros temporários ou conversão de ribeiros permanentes em ribeiros temporários | Todas as espécies, que podem ficar sem <i>habitat</i> se houver seca antes de terminarem a fase aquática do ciclo de vida |
| Alterações à floresta | A substituição da vegetação nativa por monoculturas florestais, a sua invasão por espécies exóticas ou a sua eliminação podem alterar a sombra (temperatura de água) e as características (sazonalidade, tipo e composição química) dos detritos vegetais que entram nos ribeiros | A maioria das espécies, que estão adaptadas a ambientes de águas frescas, e espécies que se alimentam de detritos vegetais em particular |
| Barreiras transversais | As barragens e açudes alteram a velocidade da corrente e diminuem a diversidade de <i>habitats</i> | Espécies que produzem redes para capturar detritos vegetais e organismos transportados pela corrente |

É necessário aumentar o conhecimento sobre os tricópteros a nível nacional para determinar o estatuto de conservação das espécies e, se necessário, implementar medidas de conservação. A preservação dos tricópteros está intimamente dependente da preservação dos rios. No entanto, dados recentes indicam que 45% dos rios em Portugal continental têm um estado ecológico inferior a Bom [percentagem essa que é de 51–63% nas regiões hidrográficas (RH) do rio Tejo e ribeiras do Oeste (RH5), dos rios Sado e Mira (RH6) e do rio Guadiana (RH7)]²⁵, o que pode colocar em risco as populações destas espécies sensíveis (TABELA 5). Os tricópteros são parte integrante das comunidades aquáticas, desempenham funções ecológicas importantes e fornecem serviços que beneficiam as populações direta ou indiretamente, pelo que é necessária a preservação dos seus *habitats*.

Agradecimentos.

A autora beneficiou de apoio financeiro (CEEIND/02484/2018) e logístico (MARE: UID/04292/2025; ARNET: LA/P/0069/2020) concedidos pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

REFERÊNCIAS

- ¹MORSE, J. C. et al, *Diversity and ecosystem services of Trichoptera*, *Insects*, 10, 125. 2019.
- ²BAEZ, M. et al, *Origins and affinities of the fauna of Madeira*, *Boletim do Museu de História Natural do Funchal*, 2, 9–40. 1993.
- ³MARTÍN, L. et al, *A new endemic Synagapetus species (Trichoptera: Glossosomatidae) from Madeira Island (Portugal)*, *Zootaxa*, 4286, 295–300. 2017.
- ⁴BALIBREA, A. et al, *Larval description of Limnephilus atlanticus Nybom 1948, morphological comparison with Limnephilus affinis Curtis 1834 (Trichoptera: Limnephilidae) and additional notes on their ecology in Azores Islands*, *Zootaxa*, 4852, 372–382. 2020.

- ⁵ SERRA, S. et al., [Invertebrados de água doce: Chave de identificação das principais famílias](#), Imprensa da Universidade de Coimbra/Coimbra University Press. 2009.
- ⁶ CARVALHO, E. M. & GRAÇA, M. A. S., [A laboratory study on feeding plasticity of the shredder *Sericostoma vittatum* Rambur \(Sericostomatidae\)](#), *Hydrobiologia*, 575, 353–359. 2007.
- ⁷ FERREIRA, V., [Serviços ecossistêmicos](#), *Revista de Ciência Elementar*, 12, 005. 2024.
- ⁸ RAITIF, J. et al., [From stream to land: Ecosystem services provided by stream insects to agriculture](#), *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 270–271, 32–40. 2019.
- ⁹ FEIO, M. J. et al., [Monitorização ecológica dos rios portugueses. Em Feio, M.J. & Ferreira, V. \(eds.\) Rios de Portugal: Comunidades, Processos e Alterações](#), Imprensa da Universidade de Coimbra, pp. 335–358. 2019.
- ¹⁰ LARRAÑAGA, A. et al., [Impacts of *Eucalyptus globulus* plantations on Atlantic streams: Changes in invertebrate density and shredder traits](#), *Fundamental and Applied Limnology*, 175, 151–160. 2009.
- ¹¹ MACADAM, C. R. & STOCKAN, J. A., [More than just fish food: ecosystem services provided by freshwater insects](#), *Ecological Entomology*, 40, 113–123. 2015.
- ¹² [Fly Fishing Adventures](#).
- ¹³ [Hubert Duprat](#).
- ¹⁴ [Miroir du Trichoptère](#).
- ¹⁵ [Wildscape jewelry](#).
- ¹⁶ CÉSARD, N. et al., [Processing insect abundance: Trading and fishing of zozamushi in Central Japan \(Nagano Prefecture, Honshu Island\)](#), *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 11, 78. 2015.
- ¹⁷ CÉSARD, N. et al., [Les zozamushi. Pêche et consommation des larves de trichoptères au Japon](#), *Insectes*, 176, 9–12. 2015.
- ¹⁸ GONZÁLEZ, J. M. & GRAÇA, M. A. S., [Conversion of leaf litter to secondary production by a shredding caddis-fly](#), *Freshwater Biology*, 48, 1578–1592. 2003.
- ¹⁹ AZEVEDO-PEREIRA, H. V. S. et al., [Life history of *Lepidostoma hirtum* in an Iberian stream and its role in organic matter processing](#), *Hydrobiologia*, 559, 183–192. 2006.
- ²⁰ [Propriedades da seda dos tricópteros](#).
- ²¹ HECKENHAUER, J. et al., [Characterization of the primary structure of the major silk gene, h-fibroin, across caddisfly \(Trichoptera\) suborders](#), *Iscience*, 26, 107253. 2023.
- ²² BARRETO, G. & FERREIRA, V., [Aquário de fragmentadores – um recurso para explorar a ecologia dos ribeiros de floresta](#), *CAPTAR*, 12, 3. 2023.
- ²³ [Casulo criativo para crianças](#).
- ²⁴ NASCIMENTO, J. M. C. & HAMADA, N., [A Incrível Vida da Filó](#), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, p 44. 2014.
- ²⁵ AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE, [Classificação das Massas de Água – Avaliação Intercalar 2014 – 2017](#), p 32. 2019.