GUIA METODOLÓGICO PARA O ENSINO DO TEMA

Impactos das alterações climáticas nos ecossistemas florestais

Co-funded by the European Union

Financiado pela União Europeia. As opiniões e os pontos de vista expressos são exclusivamente da responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência de Execução Europeia da Educação e da Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por eles.

Índice

1. Introdução e contexto

2. Objetivos educativos

3. Conteúdos e temas

- 3.1. Ecossistemas florestais — tipos e características
- 3.2. Alterações climáticas
- 3.3. Impactos nas florestas
  - 3.3.1. Impactos das alterações climáticas nas florestas — quadro comparativo
  - 3.3.2. Impactos na natureza e na vida selvagem
- 3.4. Soluções e estratégias de ação — visão comum, ênfases regionais
  - 3.4.1. Adaptação
  - 3.4.2. Mitigação
  - 3.4.3. Regeneração natural e aumento da resiliência
- 3.5. Envolvimento dos jovens e educação climática

4. Orientações metodológicas para docentes

- 4.1. Atividades em sala de aula — ideias e recursos por país
- 4.2. Atividades práticas — projetos escolares e trabalho de campo
- 4.3. Sugestões de visitas técnicas
- 4.4. Comparação regional e internacional: Espanha, Portugal e República Checa
- 4.5. Métodos interativos e ferramentas digitais
- 4.6. Atividades de reflexão e avaliação
- 4.7. Exemplo de plano de aula

5. Estudos de caso e exemplos práticos

- 5.1. Estudos de caso de Espanha
- 5.2. Estudos de caso de Portugal
- 5.3. Estudos de caso da República Checa

6. Conteúdos interativos e multimédia

- 6.1. Vídeos e documentários
- 6.2. Simulações e modelação em linha
- 6.3. Aplicações móveis para trabalho de campo e ciência cidadã
- 6.4. Visitas virtuais e ambientes a 360°
- 6.5. Produção multimédia na escola
- 6.6. Chaves de identificação e ferramentas de inteligência artificial
- 6.7. Questionários interativos e debates em linha
- 6.8. Gamificação e jogos educativos
- 6.9. Recursos internacionais complementares

7. Ideias para a cooperação internacional

- 7.1. Projetos conjuntos e intercâmbios
- 7.2. Partilha de dados e investigação colaborativa
- 7.3. Debates e encontros virtuais
- 7.4. Produtos finais partilhados

8. Bibliografia e recursos recomendados

- 8.1. Fontes oficiais e portais de dados por país
- 8.2. Projetos educativos, plataformas e organizações não governamentais
- 8.3. Ferramentas e aplicações interativas para o ensino
- 8.4. Materiais audiovisuais e complementares

1. Introdução e contexto

As alterações climáticas constituem um dos maiores desafios do século XXI. Entendem-se como uma alteração persistente dos padrões climáticos do planeta, causada, em grande medida, pelo aumento dos gases com efeito de estufa provenientes da atividade humana (como as emissões dos transportes, da indústria e da agricultura). Estas alterações têm consequências profundas para os ecossistemas naturais e para a sociedade.

Os ecossistemas florestais — uma interação equilibrada entre comunidades de árvores, plantas, animais, microrganismos, solo e clima — desempenham um papel fundamental na regulação climática, na proteção da biodiversidade e na conservação do solo e da água. Em Espanha, na República Checa e em Portugal, as florestas apresentam características distintas, mas partilham a mesma importância ecológica e social.

Contudo, os impactos das alterações climáticas nas florestas já são evidentes: aumento das temperaturas, períodos de seca mais prolongados, maior ocorrência de incêndios florestais, aparecimento de novas pragas e doenças e desaparecimento gradual de espécies adaptadas a condições climáticas mais frias ou estáveis.

Este guia metodológico resulta da colaboração entre instituições de ensino de Espanha, da República Checa e de Portugal no âmbito do programa Erasmus+. O seu objetivo é disponibilizar aos docentes uma ferramenta clara, prática e flexível para o ensino dos impactos das alterações climáticas nos ecossistemas florestais, combinando conhecimentos científicos com atividades participativas, trabalho de campo e cooperação internacional.

Pretende também motivar os alunos a compreender melhor os problemas ambientais que nos rodeiam, a agir localmente com uma perspetiva global e a desenvolver uma consciência crítica e um compromisso com a sustentabilidade, promovendo atitudes responsáveis em relação à natureza.

2. Objetivos educativos

Após a realização das atividades apresentadas neste guia, os alunos deverão atingir os seguintes objetivos educativos, formulados de acordo com o modelo SMART (específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e delimitados no tempo):

1. Compreender os conceitos fundamentais das alterações climáticas e a sua relação com os ecossistemas florestais, identificando pelo menos três causas principais e três consequências no seu meio local.

2. Investigar e documentar os impactos das alterações climáticas numa área florestal local, através de observações de campo e da análise de dados reais, e elaborar um relatório ou uma apresentação em grupo.

3. Reconhecer espécies vegetais e animais afetadas pelas alterações climáticas, utilizando ferramentas digitais de identificação (iNaturalist, Pl@ntNet, eBird, BirdNET e Biodiversity4all) durante visitas de estudo ou atividades práticas.

4. Propor medidas de adaptação, mitigação ou regeneração aplicáveis ao contexto local, formulando pelo menos duas soluções realistas e sustentáveis.

5. Colaborar com outros estabelecimentos de ensino ou com alunos de diferentes regiões ou países, comparando problemas e soluções.

6. Criar um produto final (apresentação multimédia, cartaz ou vídeo curto) que sintetize os resultados do projeto.

7. Desenvolver uma atitude crítica, participativa e responsável perante as alterações climáticas, expressando compromissos pessoais e coletivos com a proteção dos ecossistemas florestais.

3. Conteúdos e temas

Este manual abrange os seguintes blocos temáticos, que constituem a base do ensino e da aprendizagem sobre «Impactos das Alterações Climáticas nos Ecossistemas Florestais»:

Bloco temático	Conteúdos principais
1. Ecossistemas florestais	Tipos de floresta (mediterrânica, atlântica e de montanha) e respetivos serviços dos ecossistemas.
2. Alterações climáticas	Causas, evidências, projeções futuras e impactos regionais.
3. Impactos nas florestas	Incêndios, secas, pragas, perda de biodiversidade e espécies invasoras, desertificação dos solos e despovoamento.
4. Soluções	Adaptação (reflorestação, alteração das espécies), mitigação (sequestro de carbono) e regeneração natural.
5. Envolvimento dos jovens e educação climática	Mobilização dos alunos, desenvolvimento de competências e passagem da teoria à prática.

Ecossistemas florestais — tipos e características

País / região	Tipos florestais dominantes e características	Espécies principais e observações
Espanha — região mediterrânica	Florestas perenifólias esclerófilas e matagais, adaptados à seca estival e aos incêndios periódicos.	Azinheira (*Quercus ilex*), sobreiro (*Q. suber*), pinheiro-de-alepo (*Pinus halepensis*).
Espanha — região atlântica	Florestas húmidas caducifólias e mistas, com maior biodiversidade.	Carvalho-alvarinho (*Q. robur*), faia (*Fagus sylvatica*), castanheiro (*Castanea sativa*).
Portugal — Norte	Florestas atlânticas húmidas, frequentemente substituídas por plantações de espécies de crescimento rápido.	Carvalho-alvarinho (*Q. robur*), pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) — extensas plantações comerciais.
Portugal — Sul (Alentejo, Algarve)	Montados mediterrânicos de sobro e azinho — um sistema agroflorestal singular, de elevado valor biológico e cultural.	Sobreiro (*Quercus suber*), azinheira (*Quercus rotundifolia* e *Quercus ilex*) — Portugal é líder mundial na produção de cortiça.
República Checa	Predominância de monoculturas de coníferas (abeto-vermelho e pinheiro) plantadas nos séculos XIX e XX por razões económicas. As florestas mistas naturais são hoje minoritárias.	Abeto-vermelho (*Picea abies*) — espécie dominante, atualmente sujeita a mortalidade maciça. A composição natural incluiria carvalhais, faiais e florestas mistas de abeto e faia, consoante a altitude.

Serviços dos ecossistemas:

Nos três países, são relevantes os seguintes serviços fundamentais: regulação climática (sequestro de carbono), proteção do solo, retenção e filtração da água, refúgio da biodiversidade e funções recreativas e económicas.

Na República Checa, a retenção da água na paisagem é uma questão particularmente debatida no contexto da crise atual.

Em Portugal, a função económica e cultural das áreas florestais ~~(montado)~~ é essencial e, no sul, a desertificação dos solos e a salvaguarda do ecossistema montado é um dos principais problemas em debate.

Em Espanha, é crucial a função de proteção contra a erosão e de regulação climática das florestas em zonas secas.

Alterações climáticas

As alterações climáticas são um fenómeno global caracterizado por mudanças de longo prazo nos padrões climáticos da Terra, causadas sobretudo pela atividade humana (principalmente a queima de combustíveis fósseis e a

desflorestação). Incluem o aumento da temperatura média do planeta, alterações na distribuição da precipitação e uma maior frequência e intensidade de fenómenos meteorológicos extremos [IPCC AR6].

Evidências das alterações climáticas — comparação regional

Região	Principais manifestações e fontes de dados
Espanha	Aquecimento mais rápido do que a média europeia [1, AEMET]. Diminuição significativa da precipitação no sul e ondas de calor mais intensas. Avanço rápido da desertificação, sobretudo no sudeste [2, MITECO/PNACC].
Portugal	Aquecimento significativo, particularmente no interior [3, IPMA]. No Alentejo, as alterações climáticas manifestam-se em verões extremamente quentes e secos, com temperaturas máximas recorde (47,3 °C na Amareleja) e ondas de calor mais prolongadas, segundo o IPMA. Aumentaram a aridez, as secas graves e os impactos na saúde. Aumentou também o risco de erosão costeira e salinização dos deltas dos rios [4, APA].
República Checa	Aquecimento superior a 2 °C desde a década de 1960, significativamente acima da média mundial [5, CHMI]. Alteração dos padrões de precipitação — maior proporção de chuvas torrenciais e prolongamento dos períodos de seca na primavera e no outono [6, CzechGlobe/Intersucho]. Redução significativa e menor duração da cobertura de neve nas planícies e montanhas [7, CHMI].

Projeções futuras e principais riscos

Espanha: prevê-se um aumento da temperatura de 2–4 °C até ao final do século. O risco de desertificação no sudeste da Península Ibérica é elevado e crescente, ameaçando a agricultura e os ecossistemas naturais [2].

Portugal: prevê-se uma tendência de aquecimento semelhante. Aumenta o risco de incêndios florestais extensos e intensos em todo o país, associado a secas extremas no sul, que põem em perigo os ecossistemas singulares de sobreiro e azinheira (montado) e os recursos hídricos [4, 8, ICNF].

República Checa: continuação do aquecimento e aumento da variabilidade meteorológica, com fenómenos extremos mais frequentes [5]. O principal risco é o agravamento da seca agrícola e hidrológica, com consequências para as florestas, a agricultura e as reservas de águas subterrâneas [9, CzechGlobe]. Acresce a desestabilização de extensas monoculturas de coníferas [10, VÚLHM].

Impactos nas florestas

Impactos das alterações climáticas nas florestas — quadro comparativo

Ameaça	Espanha	Portugal	República Checa
Incêndios florestais	Ameaça principal e anual. Incêndios catastróficos de elevada intensidade (Galiza, Catalunha) [EFI, 2022].	Problema extremo de importância nacional. Incêndios frequentes, extensos, de rápida propagação e mortais (por exemplo, em Pedrógão Grande, em 2017 — 66 vítimas mortais) [8, ICNF]. As plantações de Eucalipto e de Pinheiro ardem com particular intensidade.	Historicamente um problema menor, mas o risco está a aumentar rapidamente com a subida das temperaturas e a seca. Exemplo: incêndio de grande dimensão no Parque Nacional da Suíça Boémia (2022) — dados dos serviços de bombeiros e salvamento checos e do CHMI [11].
Seca e stress hídrico	Situação crítica no sul e no interior. Ameaça as florestas mediterrânicas no limite da sua resiliência [MITECO,	Grave em todo o território, com impactos críticos no sul. Ameaça direta aos sobreiros ~~longevos~~ [4, APA] e, também,	Causa central da crise florestal. As secas prolongadas durante a época de crescimento enfraquecem

	2021].	às azinheiras.	especialmente as monoculturas de abeto-vermelho de raízes superficiais — dados de Intersucho.cz [9].
Pragas e doenças	Expansão da processionária-do-pinheiro (*Thaumetopoea pityocampa*) para altitudes superiores; infestações por escolitídeos [MITECO].	Pragas semelhantes às de Espanha. Acrescem doenças do sobreiro e da azinheira (por exemplo, *Phytophthora*), que se propagam em períodos mais húmidos [ICNF].	Calamidade causada pelo escolitídeo do abeto-vermelho (*Ips typographus*) — o maior desastre ecológico e económico da silvicultura moderna. Mortalidade maciça de povoamentos de abeto-vermelho [10, VÚLHM].
Perda de biodiversidade	Ameaça a espécies endémicas dependentes de microclimas específicos (abeto-espanhol *Abies pinsapo* e a planta *Plantago nivalis*).	Ameaça a todo o ecossistema singular do montado e à elevada biodiversidade que lhe está associada (lince-ibérico e aves de rapina) [4].	Declínio de espécies dependentes de florestas montanhosas de abeto-vermelho, mais frescas e estáveis. Alteração da composição de espécies, com aumento das termófilas e generalistas [12, AOPK ČR].
Espécies invasoras	Expansão da árvore-do-céu (*Ailanthus altissima*) e do lagostim-vermelho-da-Louisiana (Procambarus clarkii) [Catálogo Espanhol de Espécies Exóticas Invasoras].	Expansão agressiva de plantas exóticas (por exemplo, acácias australianas) em áreas ardidas e perturbadas [ICNF].	Predominância de espécies lenhosas invasoras como a robínia (*Robinia pseudoacacia*) e o pinheiro-branco-americano (*Pinus strobus*). Aumenta o risco de propagação de espécies invasoras meridionais [12, AOPK ČR].

Impactos na natureza e na fauna selvagem

Espanha e Portugal: ameaça direta a espécies emblemáticas associadas a habitats específicos, muitas vezes já vulneráveis: o lince-ibérico (*Lynx pardinus*) nos matagais mediterrânicos, a abetarda (*Otis tarda*) nas zonas estepárias, algumas águias, anfíbios, peixes de água doce e espécies cinegéticas, bem como aves aquáticas nas zonas húmidas (Doñana). A perda de habitats deve-se principalmente a incêndios, desertificação, esgotamento dos recursos hídricos e agricultura intensiva.

Impacto especificamente na avifauna:

Neste contexto, a Península Ibérica é a região mais afetada da Europa.

A precipitação será menor, mais irregular, concentrada e fora das épocas habituais; o clima estará mais sujeito a situações extremas, como temperaturas anormalmente elevadas, precipitação intensa e granizo. O inverno será menos definido, com menos chuva e menos horas de frio.

Neste cenário, a incapacidade de termorregulação e a destruição frequente dos ninhos associam-se à ultrapassagem recorrente de limiares críticos de temperatura e humidade.

A ultrapassagem de limiares críticos de temperatura e humidade durante a incubação, juntamente com alterações nos ciclos das plantas e dos insetos, poderá causar mortalidade elevada nas crias das aves.

Problemas agravados que se têm verificado nos últimos anos:

- Maiores dificuldades em proteger os ninhos, que ficam mais expostos a chuvas intensas e inundações.

- Mais posturas deficientes, ovos destruídos ou postos tardiamente, ovos inférteis ou com anomalias e crias que não chegam a eclodir.
- Crias em pior condição física, com menor acesso a alimento, mais afastadas da água e mais expostas a chuvas fora de época.
- Maior exposição a precipitação intempestiva e a predadores.
- Mais aves com desenvolvimento tardio e menor aptidão reprodutiva na época de reprodução seguinte.
- Aves adultas sujeitas a maior pressão dos predadores e a maior esforço na procura de alimento e água.
- Abandono de áreas por aves adultas, formando núcleos mais isolados e com menor variabilidade genética.

República Checa: os impactos são mais indiretos e estruturais, resultantes da desagregação em grande escala do ambiente florestal:

- Perda maciça de habitat para espécies dependentes de um coberto florestal fechado (por exemplo, determinadas aves, fungos e líquenes epífitos), devido aos cortes rasos após infestações por escolitídeos.
- Alterações do microclima em grandes áreas de corte raso (temperaturas mais elevadas, menor humidade e maiores oscilações), criando condições inóspitas para as espécies florestais.
- A fragmentação da paisagem pode dificultar a deslocação dos animais entre as manchas florestais remanescentes.
- A secagem de nascentes de montanha e turfeiras ameaça espécies especializadas (por exemplo, o caracol Vertigo angustior e certas espécies de musgos e moluscos).

Soluções e estratégias de ação — visão comum e prioridades regionais

Adaptação

Objetivo comum aos três países: transição para florestas ricas em espécies, com diversidade de idades e estrutura espacial variada, cuja complexidade lhes confere naturalmente maior resiliência às perturbações.

Espanha/Portugal: seleção e promoção ativa de espécies autóctones resistentes à seca e ao fogo. Recuperação de habitats e de alguns sistemas tradicionais de gestão, recorrendo a melhores práticas e aumentando a densidade e a diversidade dos sistemas naturais nos três estratos que compõem uma Floresta e aplicar no contexto do montado de azinho e sobro. É essencial dar prioridade à prevenção, ao planeamento e à gestão eficaz do fogo (criação de faixas de gestão de combustível e fogo controlado).

República Checa: transformação fundamental das monoculturas de abeto-vermelho em florestas mistas e de folhosas, com maior proporção de carvalho, faia, abeto e outras espécies adequadas ao local. Promoção da regeneração natural sempre que possível. Criação de corredores ecológicos. Revisão da legislação florestal para favorecer o reforço da resiliência. É igualmente importante manter uma estrutura etária diversificada das árvores em cada local.

Mitigação

Comum: preservar e reforçar a função das florestas como sumidouros naturais de carbono (uma floresta saudável, em crescimento e resiliente constitui um sumidouro de carbono mais eficaz do que uma monocultura em colapso ou uma floresta ardida).

Apoio a práticas sustentáveis de silvicultura e agrofloresta que aumentem o sequestro de carbono.

Regeneração natural e reforço da resiliência

Princípio fundamental para todos: reduzir fatores adicionais de pressão (sobrepastoreio, técnicas de exploração florestal inadequadas e compactação do solo), apoiar processos naturais de recuperação (sucessão ecológica) e aplicar princípios de gestão adaptativa, flexível e capaz de responder a condições em mudança.

Ênfase específica: na República Checa, promover a regeneração natural (faia, carvalho e abeto) é uma ferramenta essencial para a recuperação após a calamidade provocada pelos escolitídeos e é frequentemente mais vantajosa do ponto de vista ecológico e económico do que a plantação extensiva. Para reter água na paisagem e devolver nutrientes à natureza, também é importante deixar madeira morta na floresta; no verão, pode servir de reservatório de água para diversos animais. Na Península Ibérica, é necessário abordar de forma integrada a relação entre o pastoreio tradicional, os regimes de fogo e a capacidade de regeneração das florestas.

Uma boa prática consiste em proteger as árvores jovens contra os danos causados pelos animais domésticos. Estas árvores devem existir em número suficiente para apoiar adequadamente a regeneração através da dispersão de sementes.

A agricultura intensiva em grandes superfícies é incompatível com a regeneração natural e reduz a resiliência do sistema.

Envolvimento dos jovens e educação climática

Este bloco temático vai além da mera transmissão de conhecimentos. Pretende mobilizar os alunos, desenvolver competências para uma cidadania ativa e passar da teoria à prática. A educação climática no século XXI deve ser participativa, orientada para a ação e portadora de esperança. Esta secção do manual assenta nos seguintes pilares:

Ciência cidadã: envolver os alunos na recolha de dados reais (observações fenológicas, contagens de aves e monitorização da seca), utilizando aplicações como iNaturalist, eBird ou BioLog. Permite-lhes participar no processo científico, contribuir para compreender as mudanças globais e integrar projetos de investigação científica; participação em campanhas ou projetos de arborização.

Aprendizagem baseada em projetos e em problemas (ABP): os alunos trabalham sobre desafios locais concretos (por exemplo, «Como podemos aumentar a retenção de água à volta da escola?»). Percorrem todo o processo, desde a análise do problema e a conceção de uma solução até à apresentação às autoridades locais ou à comunidade.

Desenvolvimento da literacia crítica e da educação para os média: capacidade de reconhecer desinformação climática, analisar criticamente diferentes fontes (desde artigos científicos às redes sociais) e comunicar eficazmente temas ambientais.

Colaboração e diálogo intergeracional: promoção do trabalho em equipa, organização de debates com especialistas, responsáveis políticos locais ou pessoas mais velhas sobre as mudanças na paisagem, e partilha de ideias no âmbito de parcerias escolares internacionais.

Reforço da resiliência psicológica («resiliência climática»): diálogo aberto sobre emoções relacionadas com o clima (ecoansiedade e sentimentos de impotência) e superação através de ações concretas, significativas e coletivas. Dá-se ênfase à «esperança ativa».

O resultado deste bloco deve ser não só a compreensão dos problemas, mas também a convicção pessoal e coletiva dos alunos de que a sua voz e as suas ações fazem a diferença. Nos capítulos seguintes (em particular nas secções 5 e 8), o manual apresenta ferramentas e atividades concretas para alcançar estes objetivos.

4. Orientações metodológicas para docentes

Esta secção apresenta orientações práticas para docentes, incluindo atividades em sala de aula, exercícios práticos, fichas de trabalho, sugestões de visitas de estudo, estudos de caso e estratégias metodológicas. Pretende facilitar o desenvolvimento de competências de observação, análise e compreensão dos impactos das alterações climáticas nos ecossistemas florestais.

4.1. Atividades em sala de aula — ideias e recursos por país

As atividades seguintes destinam-se a mobilizar conhecimentos prévios, motivar os alunos e introduzi-los no tema. Estão estruturadas para tirar partido do contexto local e dos recursos disponíveis.

Atividade / objetivo	Espanha — propostas e recursos	Portugal — propostas e recursos	República Checa — propostas e recursos
Brainstorming / introdução. Ativar conhecimentos sobre as florestas locais e o clima.	Questões: «Quais são os principais tipos de floresta da nossa região? Que fenómenos extremos (incêndios, secas) vivenciámos?» Mapas: MITECO — mapa dos tipos de floresta.	Questões: «O que é uma floresta e como a descreverias? O que é o montado? Porque são os incêndios em Portugal tão devastadores, sobretudo no Norte e no Centro? Como mudou o verão nos últimos 20 a 30 anos?» Pesquisa: relatórios oficiais e entrevistas aos avós. Imagens: azinheiras, sobreiros e áreas ardidas.	Questões: «Porque surgem de repente tantas áreas de corte raso à nossa volta? O que é a calamidade do escolitídeo? Sentem que os invernos estão mais amenos?» Exemplo local: discussão sobre o estado das florestas perto da escola (Suíça Boémia, Krkonoše, Šumava, Beskydy…).
Análise de imagens e relatórios. Trabalhar com provas atuais de mudança.	Materiais: imagens de satélite do recuo da neve na Sierra Nevada (Google Earth Timelapse), relatórios da AEMET sobre ondas de calor recorde e artigos sobre incêndios na região de Valência. Fontes: AEMET, MITECO e jornais (El País, secção de clima).	Materiais: fotografias antes/depois do incêndio devastador de Pedrógão Grande (2017) e relatórios do IPMA sobre falta de precipitação no Alentejo. Fontes: ICNF (relatórios anuais de incêndios), IPMA (boletins climáticos) e APA.	Materiais: imagens aéreas ou de satélite da extensão da praga de escolitídeos em Šumava (Suíça Boémia) e artigos sobre o incêndio de 2022 no Parque Nacional da Suíça Boémia. Fontes: Intersucho.cz (mapas de seca), Lesní svět (mapas de danos) e comunicados dos parques nacionais.
Debate estruturado. Desenvolver pensamento crítico e argumentação.	Tema: «A captação de águas subterrâneas para o cultivo de morangos em Doñana é sustentável num contexto de alterações climáticas?» Papéis: agricultor, conservacionista, habitante local e turista.	Tema 1: «Deveriam proibir-se as plantações de eucaliptos e pinheiros no norte de Portugal devido ao risco de incêndio?» Tema 2: «Que adaptações devemos promover no montado para o tornar mais biodiverso e resiliente?» Participantes: proprietários ~~de fábrica de papel~~, bombeiro, biólogo, presidente da junta e cientistas.	

4.2. Atividades práticas — projetos escolares e trabalho de campo

Atividade / competência	Espanha	Portugal	República Checa
Modelo de ecossistema (maqueta 3D, mural ou diorama)	Tema: floresta mediterrânica (sobreiro, azinheira) afetada por seca e incêndio. Elementos: solo seco, folhas murchas, representação do fogo e plantas pioneiras.	Tema: sistema de montado (sobreiro, azinheira e pastagem) e ameaça de desertificação. Elementos: árvore com cortiça extraída, solo árido e rebanho de ovelhas.	Tema: transformação de monocultura de abeto-vermelho numa floresta rica em espécies após praga de escolitídeos. Elementos: abetos secos em pé, área de corte raso, bétulas e sorveiras colonizadoras e jovens faias.
Mapa de áreas/espécies afetadas (cartografia e SIG)	Tarefa: assinalar num mapa de Espanha as áreas com maior risco de incêndio	Tarefa: criar um mapa de Portugal com as principais áreas ardidas (dados ICNF) e	Tarefa: assinalar num mapa da República Checa as áreas com maior intensidade de

	(Galiza, Catalunha) e desertificação (Almería). Ferramentas: Google My Maps e camadas do MITECO.	zonas de produção de cortiça. Ferramenta: mapas interativos de incêndios do ICNF.	pragas de escolitídeos (dados VÚLHM) e seca hidrológica (Intersucho.cz). Ferramentas: Lesní svět e exportação de mapas de Intersucho.cz.
Medições no campo / na escola (monitorização científica simples)	Comparar temperatura e humidade à sombra de uma árvore e numa zona seca do recinto escolar. Extensão: medir durante uma onda de calor.	Monitorizar a precipitação com um pluviómetro e compará-la com as médias de longo prazo do IPMA; observar a secagem de um curso de água local.	Medir temperatura e humidade numa floresta e numa área de corte raso (por exemplo, numa visita); acompanhar o nível da água de um ribeiro ou lagoa local.
Diário da floresta / calendário fenológico (documentar alterações a longo prazo)	Registar as datas de floração de plantas mediterrânicas típicas (por exemplo, alecrim) e a chegada de aves migratórias; procurar relações com a temperatura.	Documentar o estado de um sobreiro e de uma azinheira próximos — folhagem e frutos. Registar, com base em relatórios, os primeiros e últimos incêndios da época.	Documentar o estado de um povoamento florestal selecionado (fotografias da saúde das copas e presença de madeira afetada por escolitídeos); observar fases fenológicas de espécies nativas (abrolhamento da bétula e amarelecimento do abeto).
Monitorização da migração de aves (ciência cidadã e bases de dados)	Participar no projeto Spring Alive (BirdLife), monitorizar a chegada de andorinhas ou cegonhas e comparar com dados históricos. Ferramentas: eBird e grupos locais de observação de aves.	Monitorizar a migração de aves pelo estreito de Gibraltar (colaboração com escolas espanholas) e alterações nas populações de aves invernantes. ~~do estuário do Tejo~~. Ferramentas: eBird e SPEA (BirdLife Portugal).	Projeto escolar de longo prazo no parque de aves Ptačí park Mnišské louky ou perto da escola: 1) contagens regulares com eBird ou BioLog (por exemplo, mensalmente); 2) atenção a espécies indicadoras — primeira chegada do cuco e da andorinha, datas de partida e alterações nas aves invernantes; 3) comparação com dados históricos de birds.cz e temperaturas do CHMI. Produto: gráfico de ocorrência das espécies ao longo do tempo e relatório de tendências.

4.3. Sugestões de visitas técnicas

As visitas de estudo permitem relacionar teoria e prática através da observação direta dos impactos das alterações climáticas em diferentes ecossistemas naturais. As propostas seguintes abrangem ambientes relevantes dos países parceiros.

País	Localização	Foco temático	Atividades sugeridas e informações práticas
Espanha	Parque Nacional de Doñana (Huelva, Sevilha, Cádis)	Impactos em zonas húmidas e sistemas hídricos: descida das águas subterrâneas, seca prolongada e ameaça às espécies dependentes.	Visita guiada por um vigilante do parque, observação de aves aquáticas e análise de mapas históricos e atuais da extensão das lagoas. Organização: reserva antecipada para grupos.
Espanha	Parque Nacional da Sierra Nevada (Granada, Almería)	Impactos nos ecossistemas de alta montanha: recuo da neve, alterações na vegetação alpina e	Percurso interpretativo em Hoya de la Mora, recolha e identificação de espécies alpinas e discussão sobre a

		monitorização.	água como recurso fundamental. Época recomendada: junho a setembro.
Portugal	Parque Natural da Serra da Estrela (Centro de Portugal)	Impactos nos ecossistemas atlânticos e de montanha: alterações no regime hídrico, consequências dos incêndios e adaptação da vegetação.	Caminhada pelos vales glaciários e pela cascata do Poço do Inferno; documentação dos andares de vegetação e análise da gestão de incêndios. Fonte: ICNF / administração do parque.
Portugal	Região do Alentejo (por exemplo, Évora)	Impactos em sistemas agroflorestais com diferentes práticas de gestão; Montado do Freixo do Meio (área privada protegida). Recuperação de solos semiáridos: efeitos de uma gestão alternativa para inverter a desertificação. Visita ao Centro de Agroecologia e Regeneração na região semiárida de Mértola.	Visita a uma exploração tradicional de cortiça e observação de sinais de stress nas árvores (copas pouco densas e ramos secos). Relação com a importância económica e cultural da cortiça. Visita ao Montado do Freixo do Meio e ao Centro de Agroecologia e Regeneração na região semiárida de Mértola
República Checa	Parque Nacional da Suíça Boémia (Hřensko, Děčín)	Impactos dos incêndios e da seca nos ecossistemas de arenito: extensão e causas do incêndio de 2022, recuperação da vegetação e alterações do microclima.	Percurso: interpretação num painel informativo sobre o incêndio (por exemplo, perto de Jetřichovice), observação da sucessão em áreas ardidas e comparação com floresta saudável. Acesso: autocarro ou comboio desde Děčín. Questão-chave: como recupera a floresta após perturbação tão intensa?
República Checa	Parque de aves Mnišské Louky (perto de Heřmanice, cerca de 15 km de Děčín)	Medidas de adaptação e regime hídrico da paisagem: recuperação artificial de zonas húmidas para reter água e apoiar a biodiversidade.	Observação de aves e anfíbios, inspeção de charcos e depressões e discussão sobre o papel destas medidas face a secas e inundações. Organização: Sociedade Checa de Ornitologia; possibilidade de visita guiada com especialista.
República Checa (alternativa)	Área de Paisagem Protegida Labské Pískovce (Děčín)	Impactos da seca e do calor em povoamentos de baixa e média altitude: saúde de abetos e pinheiros e propagação de escolitídeos.	Levantamento de povoamentos, medição de temperatura e humidade em locais distintos (encostas norte/sul) e identificação de árvores infestadas. Ligação direta à paisagem local.

4.4. Comparação regional e internacional: Espanha, Portugal e República Checa

Objetivo: analisar de que modo as alterações climáticas afetam diferentemente os ecossistemas florestais de várias regiões europeias, identificando semelhanças e diferenças nos impactos, espécies afetadas e estratégias de adaptação.

Atividade — estudo comparativo de três ecossistemas: em grupos, os alunos investigam um ecossistema atribuído, recorrendo aos recursos e estudos de caso disponibilizados.

Espanha (Andaluzia) — ecossistema de alta montanha / mediterrânico

Localização: Sierra Nevada (parque nacional) ou Doñana (parque nacional).

Temas principais: recuo do coberto de neve, desertificação, stress hídrico e ameaça às espécies endémicas.

Recursos: MITECO (Ministério para a Transição Ecológica) e Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada.

Portugal — ecossistema atlântico / agroflorestal

Localização: Serra da Estrela (parque natural) ou região do Alentejo (azinheiras, sobreiros e outras árvores mediterrânicas).

Temas principais: aumento dos incêndios florestais, impacto da seca no montado, alterações na hidrologia, reversão dos efeitos dos incêndios e das secas nestas áreas e boas práticas.

Recursos: ICNF (dados sobre incêndios), APA (dados sobre seca), IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera), projeto Adapt for Change e «+Solo, +Vida» (Associação de Defesa do Património de Mértola).

República Checa — ecossistema temperado centro-europeu

Localização: Parque Nacional da Suíça Boémia (impacto do incêndio) e Šumava/Beskydy (praga de escolitídeos).

Temas principais: incêndios num novo contexto, praga de escolitídeos e colapso das monoculturas, abordagens à recuperação florestal.

Recursos: administração do Parque Nacional da Suíça Boémia (relatórios sobre incêndios), VÚLHM (Instituto de Investigação Florestal e Cinegética — relatório sobre o estado das florestas) e portal Intersucho.cz.

Produto e avaliação: os alunos criam um cartaz ou apresentação comparativa que mostre as principais diferenças e os desafios comuns. A avaliação centra-se na capacidade de trabalhar com dados, no rigor científico e na qualidade da argumentação ao comparar regiões.

4.5. Métodos interativos e ferramentas digitais

Esta secção apresenta ferramentas para um ensino moderno e motivador, selecionadas segundo a sua disponibilidade e utilidade no contexto de cada país.

Categoria / objetivo	Espanha — propostas e ferramentas	Portugal — propostas e ferramentas	República Checa — propostas e ferramentas
A. Simulações em linha. Compreender dinâmicas ecológicas complexas.	Ferramentas: FireSim, Canopy Virtual Forest e BBC Climate Challenge. Atividade: simular a propagação do fogo em diferentes condições (vento, seca).	Ferramentas: as mesmas de Espanha (FireSim é universal). Atividade: simular a gestão de incêndios numa paisagem com plantações de eucaliptos ou pinheiros.	Ferramentas: Canopy Virtual Forest (crescimento florestal) e Global Forest Watch (alterações do coberto). Atividade: simular o crescimento de floresta mista versus monocultura em condições de seca.
B. Aplicações móveis de campo e outras tecnologias (fototrampeio, telescópio). Observar biodiversidade e recolher dados.	Ferramentas: iNaturalist, PlantNet, eBird e AEMET Escolar (dados locais). Atividade: identificar espécies mediterrânicas e analisar a tolerância climática.	Ferramentas: iNaturalist, PlantNet e eBird. Atividade: documentar espécies do montado e de áreas ardidas.	Ferramentas: iNaturalist/BioLog (base de dados checa oficial), PlantNet, eBird, Lesní svět (escolitídeos) e Intersucho.cz (versão móvel). Atividade: ver atividade 5.2 — monitorização da migração

			de aves.
C. Tarefa criativa: vídeo / podcast. Comunicar problemas criativamente.	Temas: incêndios em Valência, Doñana e água. Ferramentas: Canva, CapCut e Audacity.	Temas: grande incêndio de Pedrógão, sobreiros e seca, aves do estuário do Tejo, aves estepárias dos cereais ou jardins-floresta plantados em Mértola. Ferramentas: as mesmas.	Temas: história de um abeto (da monocultura ao corte raso), recuperação das zonas húmidas de Mnišské Louky e um ano após o incêndio na Suíça Boémia. Ferramentas: Canva, CapCut e Audacity. Fonte: arquivo da Televisão Checa (documentários «Bark Beetle» e «Fire in Bohemian Switzerland»).

4.6. Atividades de reflexão e avaliação

A. Síntese colaborativa

Objetivo: integrar os conhecimentos adquiridos. Metodologia (para todos os países):

- Criar mapas conceptuais que liguem: Alterações climáticas → Impactos regionais → Ecossistema específico → Espécies afetadas → Soluções propostas.
- Organizar círculos de discussão («círculos de reflexão») para refletir sobre as aprendizagens e as emoções associadas ao tema.

B. Reflexão pessoal e ação

Objetivo: promover uma atitude responsável e a passagem do conhecimento à ação. Atividade (para todos os países):

- Fase 1: brainstorming «O que posso fazer EU, a nossa ESCOLA e a nossa LOCALIDADE?» (ações pessoais, escolares e comunitárias).
- Fase 2: formular compromissos concretos individuais ou da turma. Podem usar-se ferramentas como Padlet ou Mentimeter para recolha e partilha anónima.

C. Avaliação do projeto (metacognição)

Objetivo: avaliar o domínio dos conteúdos e o processo pessoal de aprendizagem. Ferramentas (universais):

- Grelhas de autoavaliação e avaliação pelos pares (colaboração, empenho e qualidade da argumentação).
- Questionário final ou «bilhete de saída»: 1) Qual foi a descoberta mais importante? 2) Qual foi o conceito mais difícil? 3) Como influenciou este tema a tua visão da paisagem envolvente?

4.7. Exemplo de plano de aula

Título: As alterações climáticas e as nossas florestas: do problema à solução.

Duração: 6 a 8 tempos letivos (distribuídos, se necessário, por várias semanas).

Público-alvo: alunos dos últimos anos do ensino básico e do ensino secundário.

Competências-chave: pensamento analítico, literacia de dados, argumentação científica, trabalho em equipa e cidadania ambiental.

Estrutura da unidade didática (guia modular)

Fase / módulo	Objetivo	Atividades sugeridas (adaptadas pelo docente ao	República Checa	Espanha	Portugal

		contexto nacional)			
1. Introdução e contexto	Apresentar o tema e mobilizar conhecimentos prévios.	Brainstorming; análise de imagem marcante (área ardida / corte raso).	Imagem de drone de cortes rasos em Šumava.	Imagem de satélite de incêndio na Catalunha.	Fotografia de área ardida em Pedrógão Grande ou de solos erodidos e desertificados no sul.
2. Fundamentos teóricos	Compreender causas e ligações globais.	Exposição com apresentação e análise de texto (resumo do IPCC para jovens).	Conteúdos globais iguais para todos.		
3. Impactos locais	Aplicar a teoria a um exemplo local.	Trabalho com estudo de caso; análise em grupo de um caso atribuído.	Praga de escolitídeos nas montanhas Beskydy.	Incêndios na Sierra de Culebra.	Seca e azinheiras/sobreiros no Alentejo ou regeneração no Centro de Agroecologia (Mértola) e no Montado do Freixo do Meio.
4. Trabalho de campo / prática	Observação direta e recolha de dados.	Visita de estudo ou atividade prática na escola ou na comunidade.	Visita a Mnišské Louky (monitorização de aves).	Medição do microclima em diferentes tipos de vegetação.	Identificação de espécies resistentes à seca.
5. Conceção de soluções e debate	Desenvolver pensamento crítico e criatividade.	Simulação de negociações ou oficina de design thinking.	Jogo de papéis sobre recuperação florestal após praga de escolitídeos (silvicultor, conservacionista e autarca).	Debate: gestão da água em Doñana.	Oficina: conceber um montado resiliente.
6. Apresentação e reflexão	Sintetizar, apresentar e refletir.	Criar produto final (cartaz, vídeo, apresentação) e realizar reflexão final.	Apresentação «O nosso plano para uma floresta mais resiliente».	Curta-metragem documental sobre um problema local.	Proposta de campanha de sensibilização.

Nota para docentes: esta estrutura é flexível. Qualquer módulo pode ser omitido ou alargado. O essencial é ligar o princípio global → a manifestação local → a ação pessoal.

5. Estudos de caso e exemplos práticos

5.1. Estudos de caso de Espanha

Estes estudos de caso relacionam a aprendizagem teórica com experiências reais no terreno e com a observação direta. Os exemplos seguintes centram-se na Andaluzia e demonstram como as alterações climáticas se manifestam em diferentes tipos de ecossistemas florestais. As propostas combinam análise científica, observação e reflexão ambiental, promovendo o conhecimento do território andaluz e da sua riqueza natural.

Caso S1. Parque Nacional de Doñana (Huelva, Sevilha e Cádis)

Tema: Seca, perda de biodiversidade e gestão sustentável da água.

Descrição: Doñana é uma das áreas naturais mais emblemáticas da Europa. O seu sistema de sapais, lagoas e florestas alberga uma biodiversidade excecional. As alterações climáticas e a captação excessiva de águas subterrâneas estão a provocar uma descida acentuada do nível freático, afetando espécies como o lince-ibérico e a águia-imperial-ibérica.

Principais aprendizagens para o ensino:

- Analisar a relação entre alterações climáticas, gestão da água e conservação da natureza.
- Observar a perda de habitats de zonas húmidas e os seus efeitos na fauna selvagem.
- Compreender o papel da recuperação ecológica das zonas húmidas.

Atividade sugerida: Debate simulado entre partes interessadas (agricultores, cientistas, gestores do parque e organizações não governamentais ambientais).

Recursos complementares: Imagens de satélite (Google Earth / Copernicus) e materiais informativos do projeto LIFE Adaptamed.

Caso S2. Parque Nacional de Sierra Nevada (Granada e Almeria)

Tema: Impactos das alterações climáticas nos ecossistemas de alta montanha.

Descrição: Sierra Nevada alberga mais de 80 espécies endémicas e constitui um laboratório natural para estudar as respostas dos ecossistemas ao aquecimento global. O recuo da neve, a diminuição dos recursos hídricos e as alterações na distribuição das espécies são cada vez mais evidentes.

Principais aprendizagens para o ensino:

- Observar os efeitos do aumento da temperatura na flora alpina.
- Analisar as mudanças sazonais e o papel da água na resiliência dos ecossistemas.
- Identificar estratégias de conservação no contexto das alterações climáticas.

Atividade sugerida: Percurso interpretativo (por exemplo, Hoya de la Mora ou Jardim Botânico de Cortijuela) e análise de espécies adaptadas a baixas temperaturas.

Recursos complementares: Observatório de Alterações Globais de Sierra Nevada; documentos e materiais educativos do MITECO.

Caso S3. Parque Nacional da Sierra de las Nieves (Málaga)

Tema: Conservação do pinsapo e adaptação das florestas mediterrânicas.

Descrição: A Sierra de las Nieves, classificada como parque nacional em 2021, protege as últimas florestas de pinsapo (Abies pinsapo), uma espécie relíquia do Terciário muito sensível ao aumento das temperaturas e à seca. A região constitui um exemplo de gestão florestal adaptativa perante as alterações climáticas.

Principais aprendizagens para o ensino:

- Compreender a vulnerabilidade das florestas mediterrânicas relíquias.
- Observar estratégias de conservação e regeneração natural.
- Analisar a função ecológica do pinsapo como espécie indicadora.

Atividade sugerida: Criar um cartaz ou uma apresentação sobre os povoamentos de pinsapo e as ameaças climáticas que enfrentam.

Recursos complementares: Projeto LIFE Pinzapo; fotografias e fichas informativas do Parque Nacional da Sierra de las Nieves.

Caso S4. Parque Natural das Sierras de Cazorla, Segura y Las Villas (Jaén)

Tema: Adaptação dos ecossistemas florestais ao stress hídrico e à perda de biodiversidade.

Descrição: Trata-se da maior área protegida de Espanha e de uma referência na recuperação ecológica. Secas prolongadas, incêndios e pragas afetam os seus pinhais e carvalhais. Contudo, as ações de reflorestação e a gestão florestal sustentável demonstram como se pode aumentar a resiliência das florestas.

Principais aprendizagens para o ensino:

- Analisar os efeitos das alterações climáticas nas florestas de média montanha.
- Estudar práticas de reflorestação e de gestão florestal sustentável.
- Compreender a importância da gestão da água nas regiões interiores.

Atividade sugerida: Oficina de identificação de espécies autóctones e observação de sinais de stress climático no meio envolvente.

Recursos complementares: Centro de Formação e Experimentação Florestal de Vadillo-Castril; materiais do programa «Crece con tu árbol», da Junta da Andaluzia.

Caso S5. Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar (Almeria)

Tema: Desertificação e resiliência dos ecossistemas áridos.

Descrição: Cabo de Gata-Níjar representa um dos ecossistemas mais secos da Europa. A escassez de precipitação, o aumento das temperaturas e a perda de solo fértil evidenciam o avanço das alterações climáticas. A região também mostra como as espécies autóctones se podem adaptar a condições extremas.

Principais aprendizagens para o ensino:

- Identificar processos de desertificação e perda de solo.
- Reconhecer adaptações biológicas de espécies xerófitas.
- Analisar estratégias locais de conservação e gestão sustentável.

Atividade sugerida: Elaborar um mapa da vegetação xerófita e debater a gestão da água em ambientes semiáridos.

Recursos complementares: Projeto LIFE Adaptamed (Cabo de Gata); guias do parque natural e do Centro de Visitantes Las Amoladeras.

Conclusão da secção: Estes estudos de caso permitem aos alunos compreender de que modo as alterações climáticas afetam diferentemente os ecossistemas andaluzes. Das zonas húmidas às montanhas e às áreas áridas, a Andaluzia oferece um mosaico ideal para estudar os processos de adaptação, mitigação e regeneração ecológica num contexto mediterrânico.

5.2. Estudos de caso de Portugal

Caso P1. Incêndios rurais no centro de Portugal — Pedrógão Grande (2017)

Tema: Incêndios florestais extremos, alterações climáticas e vulnerabilidade da paisagem.

Descrição: Em junho de 2017, um incêndio na região de Pedrógão Grande causou a morte de 66 pessoas e destruiu mais de 53 000 hectares de floresta. Foi uma das maiores tragédias humanas associadas a incêndios na história europeia recente. O acontecimento evidenciou a combinação de condições meteorológicas extremas (onda de calor,

seca e vento forte), a inflamabilidade de monoculturas de eucalipto e pinheiro-bravo e as limitações dos meios de combate.

Principais aprendizagens para o ensino:

- A relação entre as alterações climáticas (secas mais prolongadas e intensas) e o aumento do risco de incêndios catastróficos.
- O problema das monoculturas de espécies arbóreas de crescimento rápido, como o eucalipto, com elevada inflamabilidade.
- A importância do ordenamento do território, da criação de faixas de gestão de combustível e dos sistemas de alerta precoce à população.

Atividade sugerida: Análise de um relatório oficial: os alunos trabalham com um resumo do relatório sobre o incêndio (disponível no ICNF ou na comissão técnica independente) e elaboram uma infografia com os principais fatores causais — climáticos, relativos à vegetação, às infraestruturas e à ação humana.

Recursos complementares: Relatório oficial «Relatório Técnico Independente» (2017), dados do ICNF sobre a área ardida nesse ano e imagens de satélite da NASA Earth Observatory anteriores e posteriores ao incêndio.

Caso P2. Montados de azinho e sobro no Alentejo

Tema: Adaptação de um sistema agroflorestal tradicional à seca e às alterações climáticas.

Descrição: O montado é um sistema agroflorestal português singular, assente no sobreiro (*Quercus suber*), que combina produção de cortiça, pastoreio e cultivo de cereais. Constitui um importante reservatório de biodiversidade e património cultural. Contudo, sofre uma pressão crescente devido a secas estivais mais prolongadas e intensas, que enfraquecem as árvores e aumentam a sua suscetibilidade a doenças, como as provocadas por Phytophthora. A sustentabilidade económica do sistema encontra-se ameaçada.

Principais aprendizagens para o ensino:

- Os sistemas tradicionais de paisagem podem ter elevado valor adaptativo, embora os seus limites também estejam a ser postos à prova.
- A multifuncionalidade da paisagem (produção, biodiversidade e sequestro de carbono) como modelo de gestão sustentável.
- Os impactos económicos, ecológicos e sociais das alterações climáticas nas regiões rurais.

Atividade sugerida: Conceção de um plano de adaptação: no papel de consultores agrícolas/florestais, os alunos propõem medidas para tornar o montado mais resiliente (diversificação dos rendimentos, monitorização da saúde das árvores, rega de árvores jovens e promoção da regeneração natural). Debatem os compromissos entre custos e benefícios.

Recursos complementares: Materiais da APA sobre alterações climáticas e agricultura; sítio da Corticeira Amorim; documentos da FAO sobre sistemas agroflorestais.

Caso P3. Recuo das características glaciárias e recursos hídricos na Serra da Estrela

Tema: Efeitos do aquecimento nos ecossistemas de alta montanha e no balanço hídrico.

Descrição: A Serra da Estrela é a cordilheira mais elevada de Portugal continental e conserva vestígios da atividade glaciar (vales glaciários e moreias). Com o aumento das temperaturas, a cobertura de neve diminui acentuadamente, os nevões sazonais tornam-se menos persistentes e reduz-se a recarga das águas subterrâneas. Estas mudanças afetam o regime hídrico regional, os ecossistemas de matos de montanha e o turismo.

Principais aprendizagens para o ensino:

- As regiões montanhosas como indicadores sensíveis das alterações climáticas («laboratórios naturais»).
- A interligação entre temperatura, queda de neve, hidrologia e atividades humanas.
- O conceito de serviços dos ecossistemas (abastecimento de água e valor recreativo) aplicado a um exemplo concreto.

Atividade sugerida: Excursão virtual e análise de séries temporais: os alunos utilizam o Google Earth Pro para explorar um vale glaciar (por exemplo, o Vale do Zêzere), comparar fotografias antigas e atuais e analisar uma série temporal simples de temperaturas médias anuais de uma estação meteorológica de montanha.

Recursos complementares: Dados e estudos do IPMA, artigos científicos sobre o recuo da neve na Serra da Estrela, mapas turísticos e guias do Parque Natural da Serra da Estrela.

5.3. Estudos de caso da República Checa

Caso C1. Parque Nacional da Suíça Boémia — incêndio de 2022

Tema: Uma nova geração de incêndios nas florestas temperadas e os desafios da recuperação.

Descrição: Em julho de 2022 deflagrou no Parque Nacional da Suíça Boémia o maior incêndio florestal da história moderna da República Checa. Ao longo de mais de três semanas, arderam mais de 1 000 hectares de floresta, predominantemente povoamentos de pinheiro e espruce em terrenos de arenito. O incêndio revelou-se difícil de controlar, exigindo meios aéreos, e evidenciou a vulnerabilidade de monoculturas de coníferas secas e a necessidade de repensar a prevenção e a proteção.

Principais aprendizagens para o ensino:

- As alterações climáticas estão a trazer para a Europa Central riscos anteriormente mais característicos das regiões meridionais.
- A relação entre composição das espécies (monocultura), seca e propagação do fogo.
- A complexidade e os custos da recuperação da área afetada, respeitando valores naturais como os afloramentos de arenito e os raros ecossistemas abertos.

Atividade sugerida: Simulação de gestão de crise: os alunos organizam-se em equipas (bombeiros, administração do parque, autarcas e biólogos) e, com base em documentos reais das primeiras horas, definem prioridades de intervenção, evacuação e comunicação pública. Depois comparam as decisões com a evolução real do incêndio.

Recursos complementares: Página especial da administração do Parque Nacional da Suíça Boémia sobre o incêndio (mapas, fotografias e atualizações sobre a recuperação); reportagens da Televisão Checa e pareceres do serviço de bombeiros e proteção civil da região de Ústí.

Caso C2. Parque ornitológico Mnišské Louky (Sociedade Checa de Ornitologia)

Tema: Adaptação ativa da paisagem: recuperação de zonas húmidas para mitigar os impactos das alterações climáticas.

Descrição: O parque ornitológico Mnišské Louky, perto de Česká Lípa, exemplifica a transformação bem-sucedida de terrenos agrícolas numa zona húmida rica em espécies. A Sociedade Checa de Ornitologia adquiriu o terreno, removeu salgueiros excessivamente desenvolvidos e criou charcos e depressões. Para além de favorecer as aves de zonas húmidas, o projeto retém água na paisagem, aumenta a humidade e contribui para arrefecer o microclima local, reforçando a resiliência perante secas e inundações.

Principais aprendizagens para o ensino:

- Um exemplo concreto de «solução baseada na natureza» aplicada no terreno.
- A relação entre conservação da biodiversidade e adaptação às alterações climáticas.
- A importância da sociedade civil e das comunidades locais na gestão da paisagem.

Atividade sugerida: Projeto para o recinto escolar: com base nos princípios observados no parque (retenção de água e criação de micro-habitats), os alunos concebem uma intervenção numa área da escola ou numa parcela municipal fictícia, tornando-a mais resistente à seca e favorável à biodiversidade. Avaliam custos e benefícios.

Recursos complementares: Sítio oficial e redes sociais do parque ornitológico Mnišské Louky, metodologias da Sociedade Checa de Ornitologia para a criação de charcos e dados do portal BioLog sobre espécies presentes.

Caso C3. Surto de escolitídeos nos parques nacionais de Šumava e da Floresta da Baviera

Tema: Colapso de um ecossistema florestal em grande escala devido ao stress climático e à gestão histórica.

Descrição: Os extensos povoamentos monoculturais de espruce nas altitudes intermédias de Šumava tornaram-se o epicentro de um surto maciço de escolitídeos após vários anos quentes e secos. Ao contrário de episódios localizados, ocorreu uma degradação generalizada da floresta em dezenas de milhares de hectares. A crise desencadeou um debate social e técnico intenso sobre a gestão mais adequada (cortes sanitários versus não intervenção) e o futuro das florestas de Šumava.

Principais aprendizagens para o ensino:

- As monoculturas florestais são extremamente vulneráveis à combinação de stress climático (seca) e agentes biológicos (escolitídeos).
- As alterações climáticas desencadeiam transformações ecossistémicas que modificam as regras tradicionais da silvicultura.
- A dimensão social de uma crise ambiental: conflitos entre conservação da natureza, economia e perceção da paisagem.

Atividade sugerida: Jogo de papéis: mesa-redonda sobre o futuro de Šumava. Os alunos representam o diretor do parque, um gestor florestal, um ativista ambiental, um proprietário de alojamento turístico e um autarca. Procuram uma solução de compromisso baseada em dados sobre a extensão do surto e projeções climáticas.

Recursos complementares: Relatório anual sobre o estado das florestas (VÚLHM), mapas de propagação dos escolitídeos no portal Lesní svět, documentários da Televisão Checa e declarações da administração do Parque Nacional de Šumava e de instituições científicas.

Caso C4. Parque Nacional da Suíça Boémia — recuperação a longo prazo e reforço da resiliência após o incêndio

Tema: Sucessão ecológica, regeneração natural e gestão ativa na recuperação das áreas afetadas.

Descrição: O incêndio do verão de 2022 deixou mais de 1 000 hectares de floresta morta no coração do parque nacional. A perturbação constitui também uma oportunidade para acompanhar cientificamente processos naturais e testar diferentes abordagens de recuperação. A administração do parque permite a sucessão natural na maior parte do território, apoia a regeneração de espécies arbóreas autóctones em locais selecionados (por exemplo, protegendo as plântulas da herbivoria) e estabelece povoamentos mistos com mais folhosas (carvalho, faia e ácer) em áreas periféricas. O objetivo é substituir os antigos povoamentos monoculturais de espruce por uma floresta mais diversa e resiliente ao clima.

Principais aprendizagens para o ensino:

- O fogo como perturbação natural que reinicia o ecossistema e cria oportunidades de transformação.
- A diferença entre sucessão passiva (sem intervenção) e gestão ativa.

- A regeneração natural como instrumento fundamental e, frequentemente, mais eficaz para aumentar a resiliência de uma nova floresta.
- A longa escala temporal da recuperação dos ecossistemas florestais (de décadas a séculos).

Atividade sugerida: Estudo comparativo da sucessão: projeto «Como cresce uma nova floresta». Os alunos selecionam dois locais na área ardida (um com sucessão natural e outro com plantação) e iniciam uma monitorização de longo prazo. Uma ou duas vezes por ano registam cobertura do solo, composição de espécies herbáceas e altura das árvores, comparando as observações com relatórios oficiais do parque.

Recursos complementares: Relatórios anuais de recuperação e monitorização da administração do Parque Nacional da Suíça Boémia, artigos científicos sobre sucessão pós-incêndio em áreas de arenito, fotografias e mapas do parque e metodologias da AOPK ČR sobre regeneração florestal natural.

6. Conteúdos interativos e multimédia

O ensino moderno das temáticas ambientais exige uma abordagem atrativa e interativa. Esta secção reúne ferramentas digitais verificadas, recursos multimédia e plataformas em linha que os docentes podem utilizar de imediato para enriquecer as suas aulas. Todos os recursos foram selecionados tendo em conta o seu valor educativo, acessibilidade e pertinência para o tema dos impactos das alterações climáticas nas florestas.

6.1. Vídeos e documentários

Os vídeos curtos e os documentários constituem uma excelente introdução ao tema ou um ponto de partida para o debate.

- **Global / europeu:** Série «Our Planet» (Netflix/BBC), documentário «David Attenborough: A Life on Our Planet» e vídeos curtos sobre o clima do canal «Kurzgesagt – In a Nutshell».
- **Espanha:** Documentários da RTVE («El Bosque Protector») e reportagens sobre incêndios e secas (El País, La Sexta).
- **República Checa:** Documentários da Televisão Checa: «Kůrovec» (escolitídeos), «Požár v Českém Švýcarsku» (incêndio na Suíça Boémia) e «Suchý úděl» (destino seco). Reportagens do portal «Stream.cz» (secção de Ciência).
- **Portugal:** Reportagens sobre incêndios (RTP), documentários sobre o ecossistema do montado (SPEA, APA) e documentários de natureza: «Guadiana Selvagem», «Cante da Terra», «Alentejo Natural» (Daniel Pinheiro) e «Montado» (Joaquín Gutiérrez Acha).

6.2. Simulações e modelação em linha

Permitem aos alunos experimentar sistemas complexos e observar as consequências de diferentes decisões.

- **Global Forest Watch:** Mapa interativo para monitorizar a desflorestação e os incêndios praticamente em tempo real.
- **Canopy Virtual Forest / FireSim:** Simuladores de crescimento florestal e de propagação de incêndios (adequados para demonstrar a influência da composição das espécies e das condições meteorológicas).
- **Simulador climático En-ROADS (Climate Interactive):** Modelo de simulação avançado que mostra o impacto de diferentes políticas no aquecimento global (adequado para alunos mais velhos).

6.3. Aplicações móveis para trabalho de campo e ciência cidadã

- **Identificação de espécies:** iNaturalist / Seek (utilização geral), PlantNet (plantas), BirdNET (aves através do canto), eBird (aves — registos e base de dados) e Biodiversity4all.
- **Específicas da República Checa:** BioLog (base de dados oficial da Agência de Conservação da Natureza da República Checa — AOPK ČR) e Lesní svět (mapas de surtos de escolitídeos).
- **Meteorologia e seca:** Windy (previsão meteorológica) e versão móvel do portal Intersucho.cz.

6.4. Visitas virtuais e ambientes a 360°

Aproximam dos alunos locais distantes ou de difícil acesso.

- **Google Earth / Google Earth Studio:** Ferramentas para criar visitas virtuais e animações sobre as alterações da paisagem ao longo do tempo (por exemplo, recuo de glaciares ou extensão de áreas ardidas).
- **Visitas virtuais oficiais a parques nacionais:** Muitos parques (Parque Nacional de Šumava, Parque Nacional da Suíça Boémia e Doñana) disponibilizam visitas a 360° ou câmaras em direto nos seus sítios. Google Street View («Maravilhas de Portugal», incluindo parques naturais portugueses).

6.5. Produção multimédia na escola

Guia para a criação de conteúdos próprios.

- **Ferramentas:** Canva (cartazes, apresentações e vídeos curtos), CapCut ou DaVinci Resolve (edição de vídeo), Audacity (edição de áudio) e Anchor (criação de podcasts).
- **Temas para projetos dos alunos:** «Entrevista a um técnico florestal (virtual)», «Documentário sobre as mudanças na floresta local» e «Podcast sobre espécies invasoras».

6.6. Chaves de identificação e ferramentas de inteligência artificial

- **Chaves de identificação em linha:** Por exemplo, o PHOTOATLAS de plantas da República Checa e chaves disponíveis em sítios de jardins botânicos, como https://flora-on.pt/, dedicado à flora interativa de Portugal.
- **Assistentes de inteligência artificial:** Podem ser utilizados para criar questionários, explicar conceitos complexos ou desenvolver ideias para soluções. É essencial salientar a necessidade de verificar criticamente a informação gerada.

6.7. Questionários interativos e debates em linha

- **Ferramentas de avaliação e participação:** Kahoot, Quizizz, Mentimeter e Slido. Podem ser utilizados para verificar conhecimentos ao longo da aprendizagem, realizar sondagens de opinião anónimas ou promover a geração de ideias em grupo.
- **Plataformas de debate em linha:** Padlet (quadro virtual para recolha de ideias) e Flip (respostas curtas dos alunos em vídeo).

6.8. Gamificação e jogos educativos

- **Jogos de tabuleiro ou virtuais com temática ambiental:** «Carbon Cycles» e «Ecosystem».
- **Criação de um jogo simples:** Por exemplo, com Wordwall ou LearningApps é possível criar palavras cruzadas, exercícios de correspondência ou jogos de fuga («escape games») sobre a proteção das florestas.

6.9. Recursos internacionais complementares

- **NASA Climate Kids / ESA Kids:** Recursos acessíveis e apelativos para alunos mais novos.
- **Portal de Conhecimento sobre Alterações Climáticas do Banco Mundial:** Dados e perfis por país.
- **Rede de Escolas Associadas da UNESCO (ASPnet):** Projetos e materiais sobre desenvolvimento sustentável.
- **Nações Unidas:** https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change
- **Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC):** https://www.ipcc.ch/

7. Ideias para a cooperação internacional

Este manual é, por si só, um produto de uma parceria internacional. As ideias seguintes destinam-se a inspirar docentes e alunos dos países parceiros a dar continuidade a este trabalho colaborativo, aprofundar a compreensão mútua e desenvolver projetos num contexto europeu.

7.1. Projetos conjuntos e intercâmbios

- **Colaboração virtual em projetos (eTwinning):** Criação de um projeto conjunto na plataforma eTwinning. Temas: «Diário da floresta de três países», «Acompanhamento da migração de uma espécie de ave comum» e «Conceção de medidas de adaptação para as nossas escolas».
- **Intercâmbios de curta duração de alunos e pessoal (Erasmus+):** Organização de estadias temáticas centradas no trabalho de campo. Por exemplo: alunos espanhóis e portugueses visitam Šumava para estudar a recuperação após surtos de escolitídeos; alunos checos e espanhóis deslocam-se a Portugal para conhecer o sistema de montado.
- **Estudos locais «gémeos»:** Realização paralela da mesma investigação (por exemplo, medição do microclima numa floresta e numa área de corte raso) nos espaços escolares dos três países, seguida de avaliação conjunta e comparação dos dados.

7.2. Partilha de dados e investigação colaborativa

- **Base de dados partilhada de observações:** Utilização da plataforma iNaturalist para criar um projeto conjunto no qual os alunos de todas as escolas carregam observações de plantas e animais afetados pelas alterações climáticas. Os dados são posteriormente utilizados para análise.
- **Diário climático de três países:** Ao longo do ano letivo, os alunos registam regularmente dados meteorológicos selecionados (temperatura, precipitação), observações fenológicas (por exemplo, abrolhamento da bétula) e uma descrição subjetiva da paisagem. No final do ano, elaboram um relatório comparativo.
- **Análise de imagens de satélite:** Grupos constituídos por alunos de diferentes países analisam em conjunto séries temporais de imagens de satélite (Google Earth Engine) de locais selecionados (por exemplo, Parque Nacional de Doñana, Šumava e Serra da Estrela), procurando sinais de alteração.

7.3. Debates e encontros virtuais

- **Conferências e mesas-redondas de alunos em linha:** Encontros regulares em plataformas como Zoom ou Teams, nos quais as equipas de alunos apresentam os resultados dos seus projetos locais e os discutem com colegas internacionais. Temas: «Incêndios florestais: experiências diferentes, um problema comum?» e «O futuro das florestas na nossa região».
- **Entrevistas com especialistas:** Convite a cientistas, técnicos florestais ou especialistas em conservação de um país parceiro para proferirem uma palestra em linha destinada aos alunos das três escolas.
- **Espaços de língua e cultura:** Apresentações breves dos alunos sobre a forma como as florestas e o clima se refletem nas respetivas línguas nacionais, literatura, folclore ou arte.

7.4. Produtos finais partilhados

- **Sítio Web ou blogue multilingue do projeto:** Uma equipa editorial de alunos de cada país produz conteúdos na sua própria língua (com resumo em inglês) sobre o desenvolvimento das atividades, os resultados e as reflexões.
- **Exposição conjunta:** Exposição digital ou itinerante de fotografias, cartazes e trabalhos artísticos dos alunos sobre o tema «Florestas e alterações climáticas: uma perspetiva de três cantos da Europa». Pode ser apresentada em todas as escolas parceiras e em centros de visitantes locais.
- **Documentário em vídeo ou série de podcasts coletiva:** Cada grupo nacional filma ou grava um segmento sobre a sua região. Uma equipa conjunta de alunos edita os materiais, criando um todo coerente com estrutura e música de abertura comuns.
- **Manifesto ou carta aberta:** Redação conjunta de um documento em que os alunos sintetizam as principais conclusões, preocupações e soluções propostas, dirigindo-o a responsáveis políticos e instituições locais, nacionais ou europeias.

Estas atividades não só aprofundam os conhecimentos específicos da área, como também desenvolvem as competências linguísticas, digitais e interculturais dos alunos e reforçam o seu sentimento de pertença a uma comunidade europeia que enfrenta, em conjunto, um desafio global.

8. Bibliografia e recursos recomendados

Esta secção reúne recursos selecionados para aprofundamento, preparação de aulas e verificação das informações contidas no manual. Os recursos estão organizados por país e área temática, de modo a facilitar o trabalho dos docentes de todos os países parceiros.

8.1. Fontes oficiais e portais de dados por país

Fontes globais e europeias

- IPCC (Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas): Sexto Relatório de Avaliação (AR6), em particular o Resumo para Decisores Políticos. [Fonte principal do consenso científico].
- Agência Europeia do Ambiente (AEA): publicação «Climate change, impacts and vulnerability in Europe». [Dados comparativos para a Europa].
- Instituto Florestal Europeu (EFI): estudos e notas de orientação política sobre florestas, incêndios e adaptação.
- Serviço Copernicus para as Alterações Climáticas (C3S) e Serviço de Monitorização Terrestre: dados de satélite e indicadores climáticos de acesso livre.

Espanha

- [1] AEMET (Agência Estatal de Meteorologia): «Report on the state of the climate in Spain» — relatórios anuais. https://www.aemet.es/en/serviciosclimaticos/cambio_climat
- [2] MITECO (Ministério para a Transição Ecológica e o Desafio Demográfico): «Plano Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (PNACC)», relatórios sobre desertificação e inventários florestais nacionais. https://www.miteco.gob.es/
- Portais oficiais dos parques nacionais: Doñana, Sierra Nevada e Sierra de las Nieves (com materiais educativos e dados).

Portugal

- [3] IPMA (Instituto Português do Mar e da Atmosfera): dados climatológicos, normais climatológicas e projeções. https://www.ipma.pt/
- [4] APA (Agência Portuguesa do Ambiente): relatórios sobre o estado do ambiente, secção de alterações climáticas e recursos hídricos (por exemplo, «Adaptação às Alterações Climáticas em Portugal»). https://apambiente.pt/
- [8] ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas): «Relatório Anual de Áreas Ardidas» e dados florestais. https://www.icnf.pt/

República Checa

- [5] CHMI (Instituto Hidrometeorológico Checo): publicação «Climate Change in the Czech Republic», dados históricos e cenários climáticos. https://www.chmi.cz/
- [6], [9] Instituto de Investigação de Alterações Globais da Academia Checa de Ciências (CzechGlobe): portal Intersucho.cz — monitorização da seca, previsões e impactos na vegetação. https://www.intersucho.cz
- [7] CHMI: dados e análises relativos à cobertura de neve.
- [10] VÚLHM (Instituto de Investigação Florestal e Cinegética): «Relatório sobre o Estado das Florestas e da Silvicultura na República Checa» (relatório anual). https://www.vulhm.cz/
- [11] Direção-Geral do Serviço de Bombeiros e Salvamento da República Checa: estatísticas e relatórios sobre incêndios em espaços naturais. https://www.hzscr.cz/
- [12] AOPK ČR (Agência de Conservação da Natureza da República Checa): portal BioLog (base de dados de observações da natureza), listas vermelhas de espécies e dados sobre áreas protegidas. https://portal.nature.cz

8.2. Projetos educativos, plataformas e organizações não governamentais

Internacionais

- Programa LIFE (UE): projetos específicos de adaptação — LIFE Adaptamed (ES), LIFE Montado-Adapt (PT), LIFE for Forests (CZ).
- LEAF (Learning About Forests — Foundation for Environmental Education): programa educativo internacional e recursos. https://leaf.global
- Project Learning Tree (PLT): módulo «Southeastern Forests and Climate Change». https://www.plt.org
- ABAE — Associação Bandeira Azul da Europa. https://enea.apambiente.pt/
- FACE — Federação Europeia para a Caça e a Conservação. https://www.face.eu/
- GWCT — Game & Wildlife Conservation Trust. https://www.gwct.org.uk/

Nacionais (seleção)

- Espanha: Ecoherencia (educação ambiental e recuperação ecológica); Fundación Gypaetus (conservação de abutres e educação ambiental na Andaluzia).
- Portugal: SPEA (Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves), parceira da BirdLife International; CIBIO (Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos); LPN (Liga para a Protecção da Natureza); Centro de Competências para o Estudo, Gestão e Sustentabilidade das Espécies Cinegéticas e Biodiversidade; ADPM (Associação de Defesa do Património de Mértola).
- República Checa: Sociedade Checa de Ornitologia (projeto do parque ornitológico Mnišské Louky); TEREZA, centro educativo (metodologias de educação ambiental); Nadace Partnerství (programas «Escola para uma Vida Sustentável»).

8.3. Ferramentas e aplicações interativas para o ensino

Universais

- Google Earth Engine / Timelapse: visualização das alterações da paisagem ao longo do tempo.
- Global Forest Watch: plataforma em linha para monitorizar as alterações do coberto florestal praticamente em tempo real. https://www.globalforestwatch.org
- iNaturalist / Seek by iNaturalist: plataforma de identificação de espécies e ciência cidadã.
- PlantNet, eBird: aplicações para identificação de plantas e registo de observações de aves.

Específicas da República Checa

- Lesní svět: mapas interativos e informação sobre as florestas checas, incluindo os surtos de escolitídeos. https://www.lesnisvet.cz
- FOTOATLAS rostlin: chave de identificação detalhada em linha para plantas da República Checa.
- Portal da Administração Pública: dados ambientais e relatórios do Ministério do Ambiente.

8.4. Materiais audiovisuais e complementares

Documentários e reportagens

- «Our Planet» — série Netflix/BBC.
- «El Bosque Protector» — série documental da RTVE sobre ecossistemas ibéricos.
- República Checa: documentários da Televisão Checa — «Kůrovec» (escolitídeos), «Požár v Českém Švýcarsku» (incêndio na Suíça Boémia) e «Suchý úděl» (destino seco — impactos da seca).

Cursos em linha e webinars

- Ofertas de organizações como a FAO e-Learning Academy (curso «Forests and transparency in the Paris Agreement») ou de instituições educativas nacionais.

- Webinars do ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas): https://natural.pt/news/webinares-terca-outras-palestra-2022-3-gravacoes?locale=pt

Ficha técnica e informação do projeto

Guia metodológico para o ensino do tema: Impactos das alterações climáticas nos ecossistemas florestais

Publicado no âmbito do projeto Erasmus+: O impacto das alterações climáticas nos ecossistemas florestais

Número do projeto: 2024-1-CZ01-KA210-VET-000245507

Período de execução: 1 de setembro de 2024 a 31 de agosto de 2026 (24 meses)

Entidade coordenadora: SŠZaZe Děčín – Libverda, República Checa

Parceiros: EFA El Soto, Granada, Espanha; ALSUD Escola Profissional, Mértola, Portugal

Autores: coletivo de autores das escolas parceiras, 2026

© Todos os direitos reservados. Este material destina-se a fins educativos não comerciais.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e os pontos de vista expressos são, contudo, da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência de Execução Europeia da Educação e da Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por essas opiniões.