

PLANO DE AÇÃO ESPECÍFICO PARA A PROMOÇÃO E CONSERVAÇÃO DE POPULAÇÕES DE QUIRÓPTEROS, E DE HABITATS RIPÍCOLAS, NO ENTORNO DA MINA DA ARGEMELA/FUNDÃO

A. INTRODUÇÃO

A.1 Antecedentes e Enquadramento Ecológico

Os morcegos desempenham um papel crucial nos ecossistemas e em funções ecológicas (serviços de ecossistemas), como o controlo de pragas. Contudo, muitas populações de morcegos encontram-se em declínio devido à perda de habitat, poluição, uso generalizado de pesticidas e perturbação humana. As galerias ripícolas são elementos essenciais para a conservação da biodiversidade, proporcionando refúgio e habitat de alimentação para morcegos e outras espécies. Portanto, o restauro e conservação de habitats naturais é vital para assegurar a sobrevivência a longo prazo destes mamíferos voadores.

Este **plano de ação** tem como objetivo apresentar potenciais medidas compensatórias para a conservação de morcegos e a proteção de galerias ripícolas, constituindo uma componente chave na promoção de habitats naturais para morcegos. Pretende-se que este plano contribua para a compensação dos potenciais impactes da exploração da Mina de Argemela na população cavernícola de morcegos existente nas galerias.

Translocação de Morcegos na Mina de Argemela

No âmbito deste projeto, será essencial planear e implementar a remoção cuidadosa dos morcegos presentes na Mina de Argemela, que está prevista para retomar a laboração. Esta intervenção exige uma abordagem rigorosa, cientificamente fundamentada, para garantir a transferência segura dos morcegos para habitats alternativos adequados. É crucial minimizar a perturbação das populações e mitigar o impacto no seu ciclo de vida, assegurando que as condições necessárias para a sua sobrevivência e reprodução sejam mantidas. Dada a potencial perda de habitat e a perturbação associada à reativação da mina, poderão ser necessárias medidas compensatórias adicionais, como a criação ou melhoria de habitats equivalentes, para assegurar a conservação a longo prazo das populações de morcegos afetadas.

Enquadramento e Participação de Entidades Competentes

Importa referir desde o início que este documento não constitui um projeto de execução das medidas, mas sim uma apresentação das linhas gerais a considerar para a elaboração do projeto futuro. A implementação das medidas de conservação será realizada numa fase posterior, caso o projeto venha a obter uma Declaração de Impacte Ambiental (DIA) favorável e condicionada.

Para garantir a eficácia e rigor das medidas a desenvolver, serão convidadas a participar na futura elaboração e implementação do projeto entidades de reconhecida competência e experiência, tais como o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), a associação Morcegos.pt, a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), e outras instituições com comprovada experiência e conhecimento na área da conservação de morcegos e gestão de habitats ripícolas.

Componentes-Chave do Habitat Natural para Morcegos

Os **refúgios naturais** para morcegos incluem grutas, árvores ocas, bosquetes e manchas arbóreas, edifícios abandonados e estruturas como pontes, viadutos e túneis. Esses refúgios são essenciais para a reprodução, hibernação, descanso diurno e proteção contra predadores. Na área, ocorrem espécies cavernícolas, fissurícolas e arborícolas.

TIPOS DE REFÚGIOS

Refúgios em árvores: *Árvores maduras, especialmente aquelas com cavidades, casca solta ou fissuras, são essenciais para muitas espécies de morcegos. A conservação de árvores mortas ou em decomposição, conhecidas como snags, também é vital.*

Refúgios subterrâneos: *Grutas e minas abandonadas oferecem locais estáveis e seguros para a hibernação e reprodução de morcegos, podendo ser usadas alternada ou continuamente pelos mesmos indivíduos.*

Refúgios em estruturas artificiais: *Minas de água, túneis, viadutos, pontes, edifícios, muros e condutas, oferecem refúgio de reprodução e de descanso a muitas espécies de morcegos.*

Os morcegos insetívoros dependem de habitats ricos em insetos como **fontes de alimentação**, como florestas, zonas húmidas (e.g. açudes, charcos, lagoas) e áreas ripícolas. A presença de uma variedade de plantas que florescem e frutificam em diferentes épocas do ano é importante para garantir uma fonte de alimento constante aos insetos de que se alimentam os morcegos que ocorrem na região Beirã. A criação e manutenção de zonas húmidas e corredores ecológicos aumentam a disponibilidade de insetos aquáticos, cruciais para morcegos insetívoros. Os **corredores de voo** são áreas de vegetação conectando locais de refúgio a zonas de alimentação, que permitem que os morcegos se movam de forma segura, evitando predadores e exposição a fatores de risco, como a colisão com infraestruturas e fatores climáticos adversos. Esses corredores são especialmente importantes em paisagens fragmentadas. A presença de **corredores de passagem** ecológicos (sebes, manchas arbóreas, galerias ripícolas) favorece a passagem e as trajetórias de morcegos entre os locais de alimentação e de refúgio.

A.2 Enquadramento e Justificação

A proposta deste Plano de Ação surge da necessidade de compensar um impacte ambiental de grande relevância, decorrente da reativação da Mina de Argemela, que resultará na destruição de um abrigo de morcegos de importância nacional. Este abrigo subterrâneo tem sido confirmado como um local crucial para a hibernação e maternidade de diversas espécies de morcegos, incluindo espécies protegidas e de elevado estatuto de conservação.

Enquadramento e Importância do Abrigo

O abrigo em questão foi confirmado como um local essencial para a hibernação e reprodução de espécies de morcegos, representando um ponto crucial para a sobrevivência dessas populações na região. Entre as espécies identificadas incluem-se o *Myotis myotis* (morcego-rato-grande) e o *Rhinolophus ferrumequinum* (morcego-de-ferradura-grande), morcego-de-peluche *Miniopterus schreibersii*) e morcego-de-ferradura-pequeno (*Rhinolophus hipposideros*), todas classificadas como espécies de interesse comunitário, protegidas pela Diretiva Habitats da União Europeia transposta para a legislação interna. Os dados de monitorização mais recentes indicam a presença regular de até **(min. 150 inds)** 300 indivíduos durante a época de hibernação e cerca de **(2)** fêmeas em período de maternidade, o que demonstra a relevância ecológica deste local.

Reconhecimento do Problema e Necessidade de Ação

Dada a destruição iminente deste habitat de extrema importância, entendemos como relevante desenvolver um plano que garanta a compensação dos impactos e a implementação de medidas que permitam a conservação das populações de morcegos afetadas. A perda deste abrigo poderá ter consequências dificilmente reversíveis para a biodiversidade local, pelo seu papel na manutenção das populações de morcegos.

Assim, este Plano de Ação visa não apenas responder à necessidade de mitigar o impacto da destruição do abrigo, mas também assegurar a criação de alternativas que possam compensar a perda de habitat e garantir a continuidade das funções ecológicas desempenhadas por estas espécies. A execução destas medidas é crucial para manter a integridade da biodiversidade local e cumprir com as obrigações de conservação estabelecidas pela legislação nacional e europeia.

A.3 Objetivos

Este plano de ação visa implementar medidas compensatórias para a conservação das populações de morcegos da zona da Mina de Argemela e sua envolvente, e a proteção de galerias ripícolas e outros habitats naturais utilizados frequentemente pela população de morcegos existente nas galerias da Mina referida. Para tal, define os seguintes objetivos:

- **Restaurar e conservar habitats naturais**
- **Implementar abrigos artificiais**
- **Promover habitats de alimentação**
- **Prospecção de novos abrigos na envolvente próxima e na estrutura de galerias da mina**
- **Monitorizar a eficácia das medidas de conservação**

A conservação e o restauro de habitats naturais adequados para morcegos requerem uma abordagem abrangente e integrada, que inclua a proteção de refúgios naturais, a recuperação de habitats degradados, o controlo de espécies invasoras e a implementação de abrigos artificiais.

Estratégias de Restauro e Conservação de Habitats Naturais: É fundamental a identificação e proteção de habitats críticos ao longo de todo o ciclo de vida dos morcegos, tentando promover que os refúgios, zonas de alimentação e corredores de voo permanecem acessíveis, seguros e em condições adequadas para as diferentes fases da vida destas espécies. Os morcegos dependem de uma variedade de habitats para reprodução, hibernação, repouso e alimentação, sendo que a fragmentação ou destruição de qualquer um desses elementos pode ter consequências graves para a sua sobrevivência. As zonas de alimentação, como áreas ripícolas, zonas húmidas e florestas com elevada biodiversidade de insetos, devem ser preservadas e restauradas para assegurar uma fonte de alimento constante e diversificada. A promoção de práticas agrícolas sustentáveis nas áreas circundantes, como a redução do uso de pesticidas, pode contribuir para a manutenção das populações de insetos que os morcegos consomem. Além disso, é importante assegurar a conectividade entre os diferentes habitats utilizados pelos morcegos, através da manutenção e restauro de corredores ecológicos. Estes corredores podem incluir galerias ripícolas e faixas de vegetação densa.

Implementar abrigos artificiais: A preservação de refúgios naturais, como grutas, minas abandonadas, árvores ocas e edifícios antigos, é essencial, dado que muitos morcegos utilizam estes locais para abrigo durante o dia, reprodução e hibernação. Onde estes refúgios não existem ou estão ameaçados, é crucial criar abrigos artificiais que simulem as condições naturais necessárias, garantindo temperaturas e humidade

adequadas e proteção contra predadores e perturbações humanas. Neste contexto específico, a construção de abrigos artificiais e a adaptação de potenciais abrigos existentes (por exemplo, a abertura de entradas obstruídas por vegetação) representam as únicas medidas que podem efetivamente compensar a perda do refúgio que se prevê com a exploração da Mina de Argemela. Este é um dos aspetos mais críticos deste projeto e deve ser abordado com maior destaque, pois constitui a principal solução para minimizar o impacto negativo na população de morcegos. Com base nas discussões anteriores com o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), é evidente que a ênfase na implementação de abrigos artificiais e na adaptação de estruturas existentes será crucial para aumentar a probabilidade de obter um parecer favorável. Assim, é imperativo que estas medidas sejam destacadas de forma clara e pormenorizada no plano de ação, demonstrando um compromisso sólido com a compensação da perda de habitat e a conservação das espécies afetadas.

Mapeamento de Habitats: O mapeamento de habitats é um passo fundamental para a conservação eficaz de morcegos, permitindo a identificação e monitorização das áreas críticas que são essenciais para a sua sobrevivência. Este processo envolve a identificação detalhada dos diferentes tipos de refúgios utilizados pelos morcegos, incluindo abrigos de hibernação, maternidade, locais de repouso diurno e os corredores de voo que utilizam para se deslocarem entre os refúgios e as zonas de alimentação.

Habitats e Abrigos a Mapear

Abrigos de Hibernação: Estes locais, que incluem cavernas, minas abandonadas e estruturas subterrâneas, são essenciais para as espécies de morcegos que hibernam durante o inverno. É fundamental mapear com precisão estes abrigos para assegurar que sejam protegidos de distúrbios e impactos negativos, especialmente durante os períodos críticos de hibernação.

Abrigos de Maternidade: As colónias de maternidade são onde as fêmeas dão à luz e criam as crias. Estes locais podem incluir árvores ocas, edifícios antigos, minas abandonadas e grutas, e são particularmente sensíveis a perturbações. A sua identificação e proteção são essenciais para garantir a reprodução e a sobrevivência das populações de morcegos.

Corredores de Voo: Os corredores de voo são rotas utilizadas pelos morcegos para se deslocarem entre os abrigos e as áreas de alimentação e de disponibilidade de água. Estes corredores podem incluir galerias ripícolas, linhas de árvores e zonas de vegetação densa, e são fundamentais para manter a conectividade do habitat. O mapeamento destes corredores ajuda a identificar os principais percursos de deslocamento dos morcegos e permite implementar medidas que assegurem a sua integridade e funcionalidade.

Zonas de Alimentação: A identificação das zonas de alimentação, como áreas ricas em insetos (florestas, zonas húmidas e campos agrícolas), é também parte integrante do mapeamento de habitats, garantindo que as populações de morcegos tenham acesso a recursos alimentares adequados.

O mapeamento destas áreas deve ser realizado utilizando técnicas avançadas, como seguimento remoto (p.ex., GPS), captação acústica (rede de estações acústicas) e levantamento por drones, complementadas com trabalho de campo e prospeção de novos abrigos. Esta abordagem permite a criação de estratégias de conservação direcionadas e eficazes, assegurando que os habitats críticos para os morcegos sejam identificados, protegidos e restaurados conforme necessário.

Promover habitats de alimentação. Restaurar e conservar habitats naturais é fundamental para garantir a sobrevivência das populações de morcegos na região, com especial enfoque na proteção e reabilitação de galerias ripícolas. A preservação das galerias ripícolas e troços do curso da ribeira de Ximassas, bem como de

áreas de açudes e charcas (existentes e a construir), visa manter habitats essenciais para o ciclo de vida das populações de morcegos, incluindo os que utilizam a rede de túneis da Mina de Argemela. Estes habitats também beneficiam outras espécies, contribuindo para a conservação da biodiversidade local.

A recuperação e o plantio de espécies vegetais nativas são essenciais para criar habitats de alimentação ricos e diversificados para os morcegos. Em áreas florestais, é importante promover o crescimento de árvores de grande porte, que no futuro possam servir não só como fontes de alimento, mas também como refúgio para espécies de morcegos arborícolas. A reabilitação destas áreas implica o restauro da vegetação nativa e a gestão adequada das margens dos rios para prevenir a erosão, a poluição e a degradação do habitat. É também importante implementar práticas de gestão sustentável, como a criação de zonas tampão ao longo das margens dos rios, a redução do uso de pesticidas nas áreas adjacentes e a promoção de práticas agrícolas que respeitem a vegetação nativa. A implementação destas medidas assegura não só a preservação dos habitats naturais das populações de morcegos, mas também a criação de ambientes favoráveis que promovem a diversidade de insetos, garantindo assim a disponibilidade de alimento e contribuindo para a saúde geral dos ecossistemas da região.

Prospecção de novos abrigos na envolvente próxima e na estrutura de galerias da mina.

A proposta de identificação e prospecção de novos abrigos para morcegos na área envolvente da Mina de Argemela é uma etapa crucial para a conservação das populações da região, a uma escala mais alargada. Este processo envolve a realização de levantamentos detalhados para localizar abrigos já existentes bem como abrigos ainda desconhecidos.

Além disso, será importante explorar a própria estrutura de galerias da mina, identificando secções que, com possíveis adaptações, poderiam ser transformadas em abrigos seguros para os morcegos. Esta prospecção deve ser realizada de forma sistemática e incluir métodos como inspeções visuais, monitorização acústica com detetores de ultrassons e a utilização de câmaras de infravermelho para garantir a identificação de locais utilizados pelos morcegos para hibernação, reprodução e repouso. Os resultados deste trabalho de prospecção permitirão a implementação de medidas de conservação mais eficazes, assegurando a existência de refúgios alternativos que possam compensar a perda de habitat decorrente da exploração da mina. Além disso, esta abordagem contribuirá para a criação de uma rede de abrigos interligados que beneficiará a conectividade das populações de morcegos na região, fortalecendo a sua resiliência e capacidade de adaptação.

Monitorizar a eficácia das medidas de conservação

É fundamental que a eficácia das estratégias de conservação seja monitorizada de forma contínua e rigorosa, permitindo a avaliação do impacto das ações implementadas. Esta monitorização deve incluir a recolha e análise de dados sobre a presença, comportamento e estado de saúde das populações de morcegos, bem como a qualidade dos habitats restaurados. Com base nestes resultados, as medidas de restauro e conservação devem ser adaptadas e ajustadas conforme necessário, garantindo que respondem eficazmente às necessidades dos morcegos e que se mantêm alinhadas com a evolução das ameaças que enfrentam. Um processo de monitorização bem estruturado assegura a flexibilidade e o sucesso a longo prazo das iniciativas de conservação.

B. MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

Em seguida, apresentam-se as medidas de compensação propostas para mitigar os impactos negativos decorrentes da exploração da Mina da Argemela sobre as populações de morcegos e os seus habitats. Estas seis medidas foram desenvolvidas com base numa análise detalhada dos potenciais impactos e propõem-se garantir a manutenção e recuperação das condições necessárias para a sobrevivência e prosperidade das espécies afetadas.

- *B1 Instalação de Abrigos e Túneis Artificiais para Morcegos*
- *B2 Promoção de Habitats de Alimentação*
- *B3 Proteção e Reabilitação de Galerias Ripícolas e Proteção e Gestão de Corredores Ecológicos*
- *B4 Controle de Espécies Invasoras*
- *B5 Translocação de Indivíduos*
- *B6 Sensibilização e Envolvimento da Comunidade*

O objetivo é assegurar que, apesar das alterações de habitat provocadas pela atividade deste projeto, existam soluções eficazes que compensem a perda de refúgios e áreas de alimentação, contribuindo para a conservação a longo prazo destes importantes mamíferos voadores e dos ecossistemas que sustentam.

B.1 Instalação de Abrigos e Túneis Artificiais para Morcegos

Avaliação Inicial e Planeamento A construção de túneis artificiais para morcegos é uma estratégia de conservação eficaz destinada a mitigar e compensar a perda de habitats de hibernação e maternidade, através da criação de novos refúgios seguros. Estes túneis podem funcionar como locais de abrigo durante as épocas de reprodução e hibernação, sendo particularmente importantes em áreas onde as populações de morcegos enfrentam ameaças devido à destruição de grutas, edifícios antigos, túneis e outros habitats naturais. A implementação de abrigos artificiais é uma medida que, quando corretamente planeada e executada, pode fornecer refúgios essenciais a diversas espécies de morcegos, contribuindo para a sua conservação e recuperação.

Inventário de Espécies e Monitorização de Populações Antes de iniciar qualquer intervenção, é crucial realizar um inventário detalhado das espécies de morcegos presentes e das populações que utilizam os túneis e áreas circundantes, processo já elaborado no âmbito do EIA deste projeto. Este processo incluiu a aplicação de metodologias rigorosas, como o uso de redes de neblina para capturas controladas, gravações de ultrassons para identificar a atividade acústica e observações diretas, a fim de obter uma compreensão aprofundada das espécies envolvidas e da dinâmica das suas populações (Mitchell-Jones & McLeish, 2004). Esta informação permitirá planear de forma mais eficaz as medidas de conservação e avaliar as necessidades específicas de cada espécie.

Avaliação da Importância dos Túneis É igualmente essencial avaliar a função específica de cada túnel para as populações de morcegos, determinando se são utilizados como locais de hibernação, maternidade, abrigo temporário ou para outras atividades. Esta avaliação deve ser realizada com base em metodologias reconhecidas, como as diretrizes estabelecidas pelo "Bat Conservation Trust Guidelines" (BCT, 2016), que oferecem um quadro metodológico sólido para a identificação e caracterização do uso dos túneis por

diferentes espécies de morcegos. Esta avaliação detalhada é fundamental para garantir que os túneis artificiais sejam projetados e implementados de forma a responder às necessidades específicas das populações de morcegos em questão.

Benefícios Potenciais dos Túneis Artificiais

Conservação de Espécies Ameaçadas: Espécies de morcegos cavernícolas podem ser particularmente beneficiadas pela criação de túneis artificiais.

Conectividade do Habitat: Túneis artificiais podem atuar como pontes entre habitats fragmentados, facilitando o movimento e a dispersão de populações de morcegos.

Substituição de Habitats Perdidos: Em regiões onde cavernas naturais, túneis de explorações mineiras ou edifícios antigos foram destruídos, túneis artificiais podem substituir essas estruturas.

Em áreas onde os refúgios naturais são escassos, sujeitos a perturbação ou ameaçados de destruição, a instalação de abrigos artificiais é uma medida compensatória eficaz, especialmente em ambientes urbanos ou agrícolas. Estes abrigos servem como um complemento aos habitats naturais, proporcionando locais de refúgio seguros para as populações de morcegos. É fundamental que sejam instalados em locais estratégicos, com baixa perturbação e proximidade a fontes de alimento, como áreas de alimentação ou nas imediações de galerias ripícolas, assegurando um acesso fácil aos recursos necessários. Para garantir a eficácia destes abrigos, é importante utilizar materiais e designs adaptados às espécies-alvo, proporcionando ventilação adequada e proteção contra predadores e condições climáticas extremas.

Características dos Túneis Artificiais: Design e Estrutura A construção de túneis artificiais que simulem as condições dos túneis perdidos ou destruídos é uma estratégia eficaz para proporcionar refúgios alternativos para os morcegos. Estudos indicam que túneis com temperaturas e níveis de humidade controlados podem replicar com sucesso os ambientes de hibernação necessários para muitas espécies (Ransome, 1990; Weller & Zabel, 2001). Os túneis artificiais devem imitar a forma, o tamanho e as condições microclimáticas dos túneis naturais. Geralmente, uma altura mínima de 2 metros e uma largura de 1,5 metros são adequadas para a maioria das espécies de morcegos (Schofield & Mitchell-Jones, 2003). A utilização de materiais que ajudem a regular a temperatura interna e a humidade é essencial. O concreto reforçado é uma escolha comum devido à sua durabilidade e capacidade de manter uma temperatura estável, enquanto revestimentos internos de madeira oferecem superfícies de aderência para os morcegos (BCT, 2016).

Características Microclimáticas Essenciais Manter uma temperatura interna estável, idealmente entre 5°C e 10°C durante a hibernação, é fundamental para o sucesso da utilização dos túneis por morcegos (Ransome, 1990). O design deve incluir sistemas de ventilação passiva que previnam a condensação, sem comprometer a manutenção de um microclima adequado. A ausência de luz e a minimização de ruído são essenciais para muitas espécies de morcegos que preferem ambientes escuros e silenciosos. A entrada de luz deve ser mínima e indireta, e o isolamento acústico deve ser assegurado para criar um ambiente propício à hibernação e reprodução (Van der Meijer *et al.*, 2014).

Design de Túneis Artificiais

Dimensões: O tamanho do túnel deve ser adaptado às espécies-alvo. Túneis maiores são preferíveis para espécies que utilizam túneis e grutas de grande dimensão, enquanto espécies menores podem usar túneis com passagens mais estreitas.

Materiais: Materiais duradouros como cimento ou tijolo são utilizados para construir túneis artificiais, garantindo a durabilidade e resistência a intempéries. A inclusão de superfícies rugosas ou texturizadas nas paredes e tetos pode ajudar os morcegos a fixarem-se, assim como fissuras e rachas.

Temperatura e humidade: O controle da temperatura e da humidade podem ser essenciais, especialmente para a hibernação. A criação de microclimas adequados pode ser feita através do ajuste da profundidade do túnel e da instalação de barreiras de vento.

Localização e Orientação A localização e orientação de galerias artificiais para morcegos cavernícolas devem ser cuidadosamente planeadas para maximizar a sua eficácia como refúgios. Com base em estudos como os de Ransome (1990) e Schofield & Mitchell-Jones (2003), a escolha do local deve considerar áreas próximas a habitats alimentares ricos, como zonas ripícolas, florestas ou áreas agrícolas, que oferecem abundância de insetos. Além disso, a proximidade a corredores ecológicos que facilitam o movimento dos morcegos entre os refúgios e as zonas de alimentação é essencial para manter a conectividade do habitat. A orientação das galerias deve favorecer a manutenção de condições microclimáticas adequadas, com a entrada preferencialmente voltada para evitar ventos fortes e exposição direta à luz solar, garantindo assim uma temperatura e humidade estáveis, elementos cruciais para as espécies que utilizam estas estruturas durante a hibernação e reprodução (Racey & Entwistle, 2003; Limpens & Kapteyn, 1991). A integração harmoniosa destas galerias na paisagem envolvente contribui para a criação de refúgios seguros e eficazes, promovendo a conservação das populações de morcegos cavernícolas.

Design de Túneis Artificiais

Proximidade a Habitats de Alimentação: os túneis artificiais devem ser localizados perto de áreas de alimentação ricas em insetos (charcas, açudes, galerias ripícolas, cursos de água), dependendo das espécies de morcegos.

Distância de Fontes de Distúrbio: A localização deve minimizar a exposição a perturbações humanas e predadores.

Orientação: A orientação do túnel deve considerar a circulação de ar e a exposição solar para manter condições térmicas ideais.

Inspeções Regulares e Ajustes Adaptativos As inspeções regulares são essenciais para garantir a integridade e funcionalidade dos abrigos artificiais, permitindo a identificação e correção de danos estruturais, sinais de vandalismo ou qualquer alteração que possa comprometer as condições internas adequadas para os morcegos. Estas verificações periódicas asseguram que os parâmetros críticos, como temperatura, humidade e segurança, se mantêm em níveis ideais para a ocupação dos morcegos. Quando a monitorização indica baixa ocupação ou utilização dos abrigos, é fundamental realizar ajustes adaptativos no design, localização ou condições microclimáticas. A estrutura e o design dos abrigos devem permitir uma gestão flexível e adaptativa para maximizar o sucesso da medida. Estes ajustes podem envolver alterações nas dimensões, entradas, orientação, ventilação ou até na proximidade a locais de alimentação, garantindo que o abrigo responde eficazmente às necessidades das espécies-alvo e às variações ambientais. Esta abordagem adaptativa é

crucial para assegurar que os abrigos artificiais continuam a ser refúgios eficazes para os morcegos ao longo do tempo.

Alternativa: Casas de Morcegos Em locais onde a construção de túneis artificiais não é viável, a instalação de casas de morcegos adaptadas às espécies locais pode ser uma alternativa eficaz. Estas casas devem ser posicionadas em locais protegidos de predadores e com orientação solar adequada, assegurando a manutenção de condições microclimáticas ideais para os morcegos (Russo & Jones, 2003). Importa também identificar e mapear corredores ecológicos existentes e potenciais, que conectam os novos abrigos aos habitats alimentares dos morcegos. A conectividade do habitat é essencial para a sobrevivência das populações de morcegos, especialmente para espécies que têm baixa mobilidade (Limpens & Kapteyn, 1991). Sempre que possível, integrar abrigos de morcegos em infraestruturas como pontes, viadutos, ou túneis ferroviários, garantindo a manutenção de condições ambientais adequadas (Racey & Entwistle, 2003).

Casos de Estudo e Exemplos de Sucesso ¹

Casos de Estudo: Europa

Túneis de Hibernação no Reino Unido: No Reino Unido, túneis antigos foram modificados para se tornarem locais de hibernação para várias espécies de morcegos, incluindo *Myotis myotis* e *Rhinolophus ferrumequinum*.

Túneis de Passagem Subterrâneos na Holanda: Na Holanda, foram construídos túneis de passagem subterrâneos especialmente desenhados para permitir o movimento seguro de morcegos através de paisagens fragmentadas por estradas. Esses túneis foram criados em resposta ao crescente impacto da fragmentação de habitats devido à construção de infraestruturas. Foram instalados sob estradas em áreas de habitat crítico, conectando áreas de floresta e outras áreas de alimentação. Os túneis foram construídos com superfícies rugosas e entradas largas para acomodar diferentes espécies de morcegos. Foram também instaladas cercas-guia para direcionar os morcegos para os túneis.

High Speed 2 (HS2) Bat Tunnels, UK: Como parte de medidas de compensação do projeto ferroviário de alta velocidade HS2, foram construídos túneis artificiais de morcegos para garantir a passagem segura e a conectividade das populações de morcegos em habitats fragmentados. Os túneis foram projetados especificamente com as necessidades dos morcegos em mente, incluindo considerações de padrões de voo, exposição à luz e condições ambientais. Caixas de morcegos e outras estruturas de poleiro foram integradas ao design para melhorar a sua utilização.

Thetford, Reino Unido Um estudo em 2004-2013 numa floresta em Thetford (Gibbons 2013) descobriu que um hibernáculo artificial foi usado por quatro espécies de morcegos, com números aumentando em cada um dos nove anos após sua construção. O hibernáculo artificial foi usado pela primeira vez por *Plecotus auritus* em 2007, o segundo inverno após a construção. Em 2008, dois morcegos foram contados no hibernáculo. De 2009 a 2013, três espécies de morcegos foram contadas no hibernáculo (*Plecotus auritus*, *Myotis daubentonii* e *Myotis nattereri*) com o número total aumentando a cada ano (2009: 13–16 morcegos; 2010: 18–31 morcegos; 2011: 31 morcegos; 2012: 25–50 morcegos; 2013: 54–62 morcegos). O hibernáculo (construído em 2004) consistia num túnel de bloco de cimento em forma de "Y" de 95 m de comprimento com uma grade de acesso, tubos de ventilação e tijolos embutidos no teto. Tábuas e troncos suspensos com ranhuras cortadas foram colocados dentro do túnel. Os morcegos foram contados dentro do túnel durante 1 a 4 meses nos invernos de 2006-2013 [conservationevidence.com].

Brandemburgo, Alemanha Um estudo *before-and-after* entre 1974–2007 numa antiga fábrica de alvenaria desativada em Brandemburgo (Herter 2007) descobriu que hibernáculos artificiais foram usados por quatro espécies de morcegos durante pelo menos três invernos. Nos três anos após a instalação do túnel artificial, 35 a 55 morcegos/ano de quatro espécies de morcegos hibernaram na fábrica em desuso, em comparação com 5 a 24

¹ Bach, L., et al. (2004). "The Use of Linear Habitats by Bats for Commuting between Summer Roosts and Foraging Grounds." *Acta Chiropterologica*, 6(2), 237-247. DOI:10.3161/001.006.0204.

Limpens, H. J. G. A., & Twisk, P. (2003). "Bats and road construction." *Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management*.

morcegos/ano de até seis espécies de morcegos nos 20 anos anteriores à instalação. As espécies de morcegos registadas em hibernação após a instalação de hibernáculos artificiais incluíram *Myotis myotis*, *Myotis daubentonii*, *Myotis nattereri* e *Plecotus auritus*, *Barbastella barbastellus*, *Myotis bechsteinii* e *Plecotus austriacus*. Em setembro-outubro de 2005, uma série de túneis (feitos de um material composto de cimento e serragem) e grandes blocos ociosos de cimento e tijolos foram pendurados em paredes e tetos do túnel (2 m de altura x 140 m de comprimento) [conservationevidence.com].

Projeto LIFE+ UnderGround (Itália e Eslovénia): Este projeto europeu criou túneis artificiais em áreas de mineração abandonadas para proteger colónias de morcegos, incluindo espécies ameaçadas como *Myotis myotis*. Os túneis foram projetados com controle de microclima, incluindo sensores para monitorizar a temperatura e humidade (LIFE Project Reports, 2015).

Túneis Subterrâneos para Morcegos na Alemanha: Na Alemanha, túneis artificiais foram construídos em áreas florestais para fornecer abrigos durante o inverno para várias espécies de morcegos. Esses túneis utilizam concreto poroso para facilitar a troca de humidade e foram bem sucedidos na atração de espécies como *Rhinolophus hipposideros* (Dietz & Pir, 2009).

Casos de Estudo: América do Norte

Túneis de Refúgio para *Myotis sodalis* nos EUA: Nos Estados Unidos, túneis artificiais foram criados para a espécie ameaçada *Myotis sodalis* (morcego-de-Indiana). Esses túneis foram estrategicamente localizados em áreas de habitat crítico, resultando num aumento na sobrevivência durante os meses de hibernação.

Lime Kiln Tunnels, Ontario, Canada: Elgin County, Ontario, Canada. O objetivo passou por reconverter os túneis de forno de cal abandonados que foram reaproveitados como hibernáculo de morcegos de várias espécies, incluindo *Myotis lucifugus* e *Eptesicus fuscus*, particularmente porque a disponibilidade de locais naturais de hibernação tinha diminuído. As modificações aos túneis incluíram o controle do tamanho da entrada para manter as condições internas estáveis e a instalação de recursos para melhorar as oportunidades de poleiro. Os túneis têm sido monitorizados há mais de uma década, mostrando uso regular por morcegos hibernantes, com resultados positivos para as populações locais de morcegos.

B.2 Promoção de Habitats de Alimentação e Proteção e Reabilitação de Galerias Ripícolas

Os morcegos dependem fortemente de habitats ricos em insetos para a sua alimentação, tornando a disponibilidade e diversidade de presas um fator crucial para a manutenção de populações saudáveis. O restauro e criação de habitats de alimentação são, portanto, medidas essenciais para apoiar e reforçar as populações de morcegos, especialmente em áreas onde a fragmentação do habitat ou a atividade humana reduziram os recursos alimentares.

Métodos de Implementação

Plantação de Espécies Vegetais Nativas Em áreas como a envolvente de galerias ripícolas ou orlas de campos agrícolas, podem ser plantadas espécies como carvalhos (*Quercus spp.*), salgueiros (*Salix spp.*) e choupos (*Populus spp.*), que atraem uma grande variedade de insetos noturnos. Estes insetos constituem a dieta principal de várias espécies de morcegos. Deverão ser criados pequenos bosques mistos com diferentes espécies de árvores nativas, para fornecer uma variedade de habitats ao longo do ano. Árvores de diferentes alturas e tamanhos devem ser plantadas, de forma a proporcionar abrigos e fontes de alimento para uma gama maior de insetos, beneficiando morcegos como o *Pipistrellus pipistrellus* e o *Nyctalus noctula*.

A plantação de plantas como madressilvas (*Lonicera periclymenum*), figueiras (*Ficus carica*), amoreiras (*Morus spp.*), e ameixeiras (*Prunus domestica*) pode contribuir para a atração de insetos polinizadores, além aumentar a disponibilidade de néctar e frutos como alimento para insetos, e como consequência, presas para morcegos insectívoros. Estas plantas devem ser distribuídas ao longo das margens de cursos de água, de forma a criar fontes contínuas de alimento.

Preservação e Recuperação de Zonas Húmidas

Restaurar e criar charcas e zonas húmidas artificiais em áreas próximas a campos agrícolas ou zonas florestais pode aumentar significativamente a presença de insetos aquáticos, como mosquitos e libélulas, que são uma fonte alimentar essencial para morcegos como o *Myotis daubentonii*. Construir plataformas flutuantes de vegetação nativa nas margens das zonas húmidas permitirá criar micro-habitats para insetos aquáticos e anfíbios, contribuindo para uma cadeia alimentar que sustenta os morcegos. Também implementar sistemas de controlo pode revelar-se proveitoso para evitar a poluição e o escoamento de fertilizantes ou pesticidas é crucial, recorrendo-se para este fim ao uso de plantas aquáticas filtrantes, como taboas (*Typha latifolia*) e juncos (*Juncus spp.*), que poderá ajudar a manter a qualidade da água.

Redução do Uso de Pesticidas

Incentivar agricultores locais a adotar práticas de agricultura biológica e a criação de faixas de vegetação de proteção ao longo das margens dos campos pode reduzir o uso de pesticidas. Projetos de sucesso, como a introdução de caixas de morcegos em pomares, têm demonstrado a eficácia dos morcegos no controlo natural de pragas, reduzindo a necessidade de produtos químicos. Esta medida passa por propor programas de educação e sensibilização para agricultores sobre os benefícios dos morcegos como agentes de controlo biológico, que pode incentivar a redução de pesticidas.

Criação de Corredores Ecológicos

Criar fileiras de árvores nativas e arbustos ao longo de rios, estradas rurais e caminhos agrícolas permite a ligação entre áreas de alimentação e refúgios. Um exemplo bem-sucedido é a plantação de fileiras de amieiros (*Alnus glutinosa*) e freixos (*Fraxinus excelsior*) ao longo de margens de rios, criando corredores de voo seguros para morcegos como o *Rhinolophus hipposideros*. Incorporar "ilhas de vegetação" em áreas abertas ou fragmentadas pode fornecer pontos de descanso e alimentação para morcegos durante os seus voos noturnos. Utilizar plantas trepadeiras, como a hera (*Hedera helix*), em muros e cercas, aumenta a disponibilidade de refúgios. Ao implementar estas medidas de forma integrada e sustentada, é possível criar e manter habitats de alimentação que apoiam não apenas as populações de morcegos, mas também contribuem para a conservação da biodiversidade local. A combinação de práticas agrícolas sustentáveis, a restauração de habitats naturais e a criação de corredores ecológicos proporciona um ecossistema resiliente, garantindo a disponibilidade de recursos alimentares para os morcegos durante todo o ano.

As galerias ripícolas desempenham um papel crucial como corredores ecológicos e habitats para morcegos, fornecendo os recursos necessários para a sua sobrevivência. A degradação destas áreas tem um impacto negativo significativo na biodiversidade local, reduzindo a disponibilidade de refúgios e fontes de alimento. A vegetação nativa presente nas galerias ripícolas oferece um habitat adequado para insetos, que são uma fonte

alimentar essencial para os morcegos insetívoros, além de contribuir para a estabilização das margens dos rios, prevenindo a erosão e mantendo a qualidade da água.

Implementação, Requalificação e Benefícios das Galerias Ripícolas para Morcegos

As galerias ripícolas abrigam uma diversidade elevada de insetos aquáticos, como mosquitos, libélulas e efémeras, que constituem uma fonte alimentar crucial para morcegos insetívoros como o *Myotis daubentonii*. Além disso, alguns insetos terrestres, como traças e escaravelhos, encontram refúgio em árvores e arbustos ao longo das margens dos rios, proporcionando um suprimento de alimento constante para os morcegos. A presença de árvores de folha larga, como os amieiros (*Alnus glutinosa*) e salgueiros (*Salix* spp.), ao longo das galerias ripícolas atrai insetos noturnos, aumentando a oferta alimentar para os morcegos que dependem dessas áreas para a caça.

Proporcionam ainda áreas sombreadas e protegidas, que servem como corredores de voo seguros para os morcegos, permitindo-lhes deslocar-se entre zonas de repouso e alimentação com menor exposição a predadores e condições climáticas adversas. Por exemplo, o *Rhinolophus hipposideros* usa frequentemente corredores densamente arborizados ao longo de rios para navegar e caçar insetos à noite. Manter a vegetação densa e contínua ao longo das margens dos rios pode ajudar a criar rotas de voo seguras. A plantação de árvores e arbustos nativos em intervalos regulares assegura que os morcegos têm áreas de proteção e descanso ao longo dos seus percursos.

Refúgios Naturais

Árvores maduras e vegetação densa presentes nas galerias ripícolas fornecem locais de repouso e abrigo para espécies de morcegos arborícolas, como o *Nyctalus noctula*, especialmente durante o dia. Cavidades em árvores, fendas na casca e ramos densos oferecem áreas de proteção que são vitais para a reprodução e descanso dos morcegos. Deixar árvores mortas em pé ou instalar "caixas de abrigo" em árvores maduras pode ampliar os locais de refúgio disponíveis, assim como garantir que os morcegos têm espaços adequados para repouso e reprodução.

Métodos de Implementação para a Restauração e Conservação das Galerias Ripícolas

Para garantir a preservação e funcionalidade das galerias ripícolas como habitats de morcegos, são necessárias ações direcionadas e bem estruturadas. Reintroduzir árvores e arbustos nativos ao longo dos cursos de água é essencial para recuperar a estrutura e função ecológica das galerias ripícolas. Espécies como o freixo (*Fraxinus excelsior*), o salgueiro (*Salix* spp.), e o amieiro (*Alnus glutinosa*) são particularmente eficazes na estabilização das margens dos rios e no fornecimento de alimento e abrigo para insetos. O controle e erradicação de espécies invasoras, como as canas (*Arundo donax*), a erva-das-pampas (*Cortaderia selloana*) ou a erva-dos-pântanos (*Ludwigia* spp.), que podem comprometer a integridade das galerias ripícolas, competindo com as plantas nativas, é um passo fundamental para a requalificação de galerias ripícolas. É importante aplicar técnicas como a remoção manual, corte seletivo ou uso controlado de herbicidas específicos para eliminar estas espécies.

Criação de Zonas de Proteção e Buffers

Estabelecer zonas tampão ao longo das margens dos rios ajuda a proteger as galerias ripícolas de impactos negativos como o escoamento de pesticidas e fertilizantes provenientes de áreas agrícolas adjacentes. Estas zonas atuam como filtros naturais que reduzem a poluição e promovem a melhoria da qualidade da água. A implementação de faixas de vegetação com 10 a 30 metros de largura ao longo dos rios, como foi implementado no Vale do Danúbio, e que se demonstrou ser eficaz na redução do escoamento de poluentes, resultou numa melhoria da qualidade do habitat para os morcegos e outras espécies.

Monitorização e Manutenção Contínuas

Realizar a monitorização regular das galerias ripícolas para avaliar a eficácia das medidas de conservação implementadas. A monitorização pode incluir a contagem de morcegos utilizando detetores de ultrassons, avaliações de insetos e a monitorização da saúde da vegetação nativa. Com base nos resultados da monitorização, as estratégias de conservação devem ser ajustadas para assegurar que as galerias ripícolas continuam a fornecer os recursos necessários aos morcegos. Por exemplo, se for detetado o declínio da presença de morcegos, pode ser necessário aumentar a densidade de plantação de árvores nativas ou reforçar as ações de controlo de espécies invasoras.

A implementação destas medidas contribui significativamente para a manutenção de galerias ripícolas saudáveis, assegurando habitats de qualidade que apoiam a sobrevivência e prosperidade das populações de morcegos. A combinação de ações de restauro, controlo de espécies invasoras e monitorização contínua resulta num ecossistema resiliente e favorável à conservação da biodiversidade.

B.3 Proteção e Gestão de Corredores Ecológicos

Os corredores ecológicos ao longo dos cursos de água desempenham um papel vital na movimentação segura dos morcegos entre diferentes habitats, permitindo-lhes deslocar-se entre áreas de refúgio e zonas de alimentação sem a exposição a predadores ou condições ambientais adversas. Estes corredores asseguram a conectividade do habitat, um fator crucial para a sobrevivência e reprodução de diversas espécies de morcegos, especialmente em paisagens fragmentadas.

A criação e manutenção destes corredores podem incluir a plantação de árvores e arbustos nativos ao longo de linhas de cerca, estradas ou cursos de água, proporcionando rotas protegidas e oferecendo alimento e abrigo durante os períodos de atividade dos morcegos. Para implementar estes corredores, é essencial iniciar com a identificação de corredores críticos, através de um mapeamento detalhado dos corredores ripícolas essenciais para a movimentação dos morcegos, identificando áreas-chave que conectam refúgios a zonas de alimentação, bem como potenciais ameaças, como a fragmentação, barreiras físicas e atividades humanas. Este processo deve envolver uma análise completa das paisagens, habitats e do uso do solo na região.

Em seguida, é importante desenvolver e aplicar medidas de proteção nos corredores identificados como críticos, prevenindo a fragmentação do habitat e garantindo a integridade das rotas de deslocamento dos morcegos. Onde a fragmentação do habitat já ocorreu, a criação e restauro de corredores verdes são fundamentais. A plantação de vegetação autóctone em áreas fragmentadas pode estabelecer novos corredores ecológicos, selecionando espécies de árvores e arbustos que ofereçam alimento e abrigo para os

morcegos. A vegetação autóctone é mais eficaz em promover a biodiversidade e criar ambientes adequados para a fauna local. Além disso, é importante reabilitar áreas degradadas que tenham perdido a sua função como corredores ecológicos, promovendo a regeneração natural e restabelecendo condições adequadas para a movimentação e alimentação dos morcegos.

A monitorização contínua é igualmente necessária para assegurar a eficácia destes corredores. A utilização de tecnologias avançadas, como drones com câmaras térmicas, câmaras de fotoarmadilha térmicas e dispositivos de monitorização acústica, permite o acompanhamento contínuo da eficácia e uso dos corredores ecológicos pelos morcegos, identificando rapidamente possíveis barreiras ou alterações que possam comprometer a funcionalidade dos corredores.

Por fim, a avaliação regular e a adaptação das estratégias de conservação, com base nos dados recolhidos, garantem que os corredores ecológicos permanecem eficazes e livres de obstáculos artificiais, assegurando a conectividade do habitat e a viabilidade das populações de morcegos a longo prazo.

B.4 Controle de Espécies Invasoras

As espécies exóticas invasoras representam uma ameaça significativa aos habitats naturais, uma vez que competem com plantas nativas e podem alterar os ecossistemas de forma prejudicial. Esta competição pode resultar na redução da disponibilidade de insetos e outros recursos alimentares essenciais para os morcegos, bem como na degradação de áreas de refúgio e reprodução. Para assegurar que os morcegos têm acesso a habitats de qualidade e fontes de alimento adequadas, é fundamental implementar medidas de controlo ou erradicação das espécies invasoras.

O controlo eficaz de espécies invasoras requer a aplicação de métodos específicos e cuidadosos para garantir a preservação dos habitats naturais. Um dos métodos mais diretos é a remoção manual, que consiste em arrancar ou cortar as plantas invasoras, garantindo que as raízes também são removidas para evitar a sua regeneração. Por exemplo, a remoção manual de *Arundo donax* (cana) ou *Acacia* ao longo de galerias ripícolas tem sido eficaz em diversas regiões, especialmente quando realizada por equipas de voluntários que repetem a ação ao longo do ano.

O corte seletivo é outra técnica que pode ser utilizada, onde as espécies invasoras são cortadas antes que produzam sementes, minimizando assim a sua propagação. Este método é particularmente útil para controlar espécies como a erva-das-pampas (*Cortaderia selloana*). É importante combinar o corte seletivo com a cobertura do solo, utilizando manta orgânica ou plantas de cobertura nativas para evitar a regeneração das espécies invasoras. O uso de herbicidas específicos deve ser considerado como última opção e aplicado de forma controlada e seletiva, garantindo que apenas as espécies invasoras sejam afetadas.

Para garantir o restauro e proteção do habitat, é crucial reintroduzir plantas nativas que possam competir de forma eficaz com as invasoras. Por exemplo, plantar árvores como o amieiro (*Alnus glutinosa*) ou arbustos como o pilriteiro (*Crataegus monogyna*) pode promover o ensombramento e um ambiente menos favorável para o crescimento de invasoras, ao mesmo tempo que fornece habitat e alimento para insetos, aumentando assim os recursos disponíveis para os morcegos.

Preferencialmente deverá ser realizada a plantação de espécies nativas logo após a remoção das invasoras para evitar a ocupação do espaço vazio por outras espécies indesejadas. Adicionalmente, manter uma monitorização regular da área intervencionada é essencial para detetar rapidamente qualquer regeneração de espécies invasoras e atuar prontamente. O envolvimento da comunidade local em atividades de remoção e plantio pode ser uma forma eficaz de assegurar a continuidade do controlo de espécies invasoras, promovendo a sensibilização e o compromisso com a conservação do habitat dos morcegos.

B.5 Translocação de Indivíduos

A translocação de indivíduos é uma técnica de conservação que envolve o transporte e a libertação de animais de uma área em risco para um local mais seguro ou que oferece melhores condições de habitat. Esta prática poderá ser utilizada para mitigar os impactes das atividades da Mina da Argemela, e que resultem na perda ou degradação de habitats essenciais para a sobrevivência de certas espécies. Para os morcegos, a translocação pode ser uma medida necessária em situações onde os seus refúgios naturais, como galerias ou estruturas de edifícios antigos, estão prestes a ser destruídos ou significativamente perturbados.

Planeamento da Translocação

Antes da translocação, é essencial identificar e avaliar o novo local para garantir que ele oferece condições adequadas para a sobrevivência dos morcegos, incluindo a disponibilidade de refúgios, fontes de alimento e conectividade com outros habitats. Por exemplo, num estudo de translocação na região de Somerset, Reino Unido, a espécie *Rhinolophus ferrumequinum* (morcego-de-ferradura-grande) foi translocada para uma antiga mina de calcário que havia sido previamente restaurada e adaptada para proporcionar um ambiente semelhante ao seu refúgio original (Mitchell-Jones & McLeish, 2004). A translocação deve ser realizada fora das épocas de hibernação e reprodução, que são as épocas mais sensíveis para os morcegos. Nesse sentido, a primavera e o início do outono são os períodos mais adequados, uma vez que os morcegos estão mais ativos e têm mais hipóteses de encontrar novos refúgios e alimento.

Métodos de Captura e Transporte

Mist nets e *Harp-traps* são frequentemente usadas para capturar os morcegos de forma segura e eficaz. No entanto, é fundamental que a captura seja conduzida por profissionais especializados, de forma a minimizar o stress e o risco de ferimentos aos animais (Racey, 2009). Durante o transporte, os morcegos devem ser mantidos em recipientes escuros e ventilados, que imitam a segurança dos seus refúgios naturais. É recomendável manter a temperatura estável durante o transporte, evitando variações extremas que possam provocar a mortalidade dos morcegos.

Libertação e Monitorização Pós-Translocação

A introdução dos morcegos no novo habitat pode ser feita de forma gradual, permitindo que se familiarizem com o novo ambiente. Em alguns casos, foram instaladas caixas-refúgio temporárias perto do local de libertação, oferecendo abrigo durante a fase de adaptação. Um exemplo disso foi a translocação de *Plecotus auritus* (morcego-orelhudo-castanho) em zonas rurais da Alemanha, onde caixas de abrigo foram instaladas ao longo de corredores ripícolas para facilitar a adaptação (Boye & Dietz, 2005).

A monitorização pós-libertação é crucial para avaliar o sucesso da translocação. Métodos como radiotelemetria, detetores de ultrassons e câmaras térmicas são habitualmente utilizados para acompanhar os movimentos e a integração dos morcegos no novo habitat (Armstrong & Seddon, 2008). Por exemplo, em projetos na Nova Zelândia, a monitorização de morcegos *Chalinolobus tuberculatus* translocados foi realizada durante um período de dois anos, fornecendo dados valiosos sobre o seu comportamento e sobrevivência (Borkin & Parsons, 2011).

Desafios e Considerações

A translocação pode causar um elevado nível de stresse nos morcegos, o que pode resultar em mortalidade se não for realizada corretamente. É importante minimizar o tempo de manipulação e assegurar que os indivíduos são transferidos para um habitat adequado que ofereça refúgios e fontes de alimento suficientes. A capacidade dos morcegos de se adaptarem ao novo local depende da semelhança com o seu habitat original e da presença de corredores ecológicos que facilitam a sua movimentação e integração.

B.6 Sensibilização e Envolvimento da Comunidade

O envolvimento ativo da comunidade local é fundamental para garantir o sucesso a longo prazo das iniciativas de proteção e restauração de habitats de morcegos, como galerias ripícolas e túneis artificiais. A sensibilização e a educação sobre a importância destes habitats e o papel que desempenham na manutenção da biodiversidade podem levar à adoção de práticas de gestão de terras mais sustentáveis e ao desenvolvimento de um sentimento de responsabilidade pela conservação da fauna local. A participação comunitária não só contribui para a implementação eficaz de medidas de conservação, mas também ajuda a criar uma rede de apoio que assegura a continuidade e manutenção dessas iniciativas.

Programas Educacionais

Desenvolvimento de Programas de Educação Ambiental: Criar e implementar programas educativos direcionados a diferentes grupos da comunidade, como escolas, agricultores, proprietários de terras e gestores de recursos naturais. Estes programas devem destacar a importância das galerias ripícolas e dos túneis artificiais para os morcegos, bem como as práticas de conservação que podem ser adotadas para proteger estes habitats. A educação sobre o papel dos morcegos na polinização, controlo de pragas e manutenção da saúde dos ecossistemas pode incentivar a valorização e proteção destes animais.

Workshops e Sessões de Formação: Realizar workshops e sessões de formação práticos que demonstrem técnicas de restauro de habitats, como a plantação de árvores nativas, controlo de espécies invasoras e monitorização de habitats, promovendo o conhecimento e a capacitação da comunidade.

Parcerias Locais:

Colaboração com Organizações Comunitárias e Agricultores: Estabelecer parcerias com organizações locais, associações de agricultores e empresas para promover práticas de gestão de terras que favoreçam a

conservação de galerias ripícolas e a fauna associada. A colaboração pode incluir a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, como a redução do uso de pesticidas, a criação de zonas tampão e a implementação de corredores ecológicos.

Envolvimento de Autoridades e Instituições Locais: Trabalhar em conjunto com o ICNF, autoridades locais, municípios e instituições de investigação para desenvolver políticas e projetos de conservação que integrem o conhecimento científico com as necessidades da comunidade.

Iniciativas de Voluntariado:

Programas de Plantação e Restauro: Organizar programas de voluntariado para atividades como a plantação de árvores nativas ao longo das galerias ripícolas, a remoção de espécies invasoras e a limpeza de cursos de água. Envolver a comunidade nessas atividades práticas não só contribui para a melhoria do habitat, mas também fortalece o sentimento de pertença e compromisso com a conservação.

Monitorização Participativa: Criar oportunidades para que voluntários e membros da comunidade participem na monitorização de habitats e populações de morcegos, utilizando ferramentas de monitorização acústica ou contribuindo com observações de campo. Este envolvimento ajuda a recolher dados importantes e aumenta a consciência sobre os desafios da conservação.

Através destas ações, o envolvimento da comunidade local pode ser transformado num pilar fundamental da conservação e restauração dos habitats dos morcegos, garantindo que as medidas implementadas sejam sustentáveis e eficazes a longo prazo. A criação de uma rede de cidadãos conscientes e envolvidos torna-se um fator-chave para a proteção dos ecossistemas locais e a biodiversidade.

C. Monitorização e Avaliação do Sucesso das Medidas

Para garantir a eficácia e o sucesso das medidas de conservação implementadas, é essencial estabelecer um programa de monitorização abrangente e contínuo que avalie tanto as populações de morcegos como a qualidade dos habitats. Este programa deve ser estruturado para fornecer dados a longo prazo que permitam avaliar o impacto das ações de conservação e adaptar as estratégias de acordo com as necessidades identificadas. A monitorização rigorosa assegura que as medidas implementadas são eficazes na proteção e recuperação das populações de morcegos e dos seus habitats.

Monitorização de Populações de Morcegos

Monitorização Acústica A utilização de detetores de ultrassom e estações automáticas de gravação é um método eficaz para monitorizar a atividade dos morcegos e identificar as espécies presentes nos túneis e habitats circundantes. Estes equipamentos permitem recolher dados sobre os padrões de voo e atividade dos morcegos, incluindo horários de maior atividade e frequência de utilização dos abrigos.

Radiotracking e Marcação A marcação de morcegos com *tags* para *radiotracking* possibilita o acompanhamento dos movimentos e padrões de atividade, permitindo a compreensão da utilização dos corredores ecológicos, túneis e áreas de alimentação. Esta técnica é particularmente útil para identificar áreas críticas de refúgio e alimentação, e como os morcegos reagem às mudanças no ambiente.

Monitorização com Câmaras Térmicas e Vídeo O uso de câmaras térmicas e sistemas de vídeo de alta resolução permite a observação direta dos morcegos em ambientes de baixa luminosidade, como túneis e galerias ripícolas, sem causar perturbação. Esta tecnologia facilita a identificação de comportamentos de repouso, alimentação e reprodução, bem como a quantificação precisa do número de indivíduos que utilizam os abrigos.

Avaliação da Saúde Ecológica dos Habitats

Monitorização da Vegetação e Insetos: Realizar avaliações regulares da saúde ecológica das galerias ripícolas, incluindo a diversidade e abundância de espécies de plantas e insetos que servem de alimento para os morcegos. O acompanhamento da flora e fauna local é essencial para assegurar que o habitat continua a fornecer os recursos necessários para a sobrevivência dos morcegos.

Qualidade da Água e Integridade do Habitat: Em zonas húmidas e cursos de água associados às galerias ripícolas, monitorizar a qualidade da água e a integridade das margens é crucial para garantir a presença de uma população saudável de insetos aquáticos, que são uma fonte alimentar importante para muitas espécies de morcegos.

Adaptação e Ajuste das Medidas de Conservação

Utilizar os dados recolhidos durante a monitorização para adaptar e ajustar as medidas de conservação. Se, por exemplo, for observado um declínio na ocupação dos túneis ou uma mudança nas rotas de voo dos morcegos, as estratégias devem ser revistas e ajustadas para responder eficazmente às necessidades das populações.

Monitorização do Impacte das Atividades na Mina

Realizar um estudo contínuo e detalhado sobre o comportamento dos morcegos durante a exploração atual da mina (em caso de parecer favorável), utilizando técnicas avançadas como radiotracking, monitorização acústica e câmaras térmicas para acompanhar a resposta dos morcegos à evolução das atividades mineiras. Este estudo permitirá avaliar a perturbação causada e implementar medidas corretivas quando necessário, garantindo que os impactes negativos sejam minimizados ao longo do tempo.

Indicadores de Sucesso da Monitorização

A frequência e o número de morcegos (taxa de ocupação) que utilizam os túneis artificiais servem como um indicador-chave da eficácia das medidas implementadas. A presença de uma diversidade de espécies de morcegos nos túneis e áreas circundantes indica um habitat saudável e funcional. A observação do sucesso reprodutivo, como a presença de fêmeas com crias nos túneis, é um sinal positivo da adequação do habitat para as espécies alvo.

A aplicação destas estratégias de monitorização, combinada com a utilização das mais recentes tecnologias, assegura que as medidas de conservação sejam baseadas em dados científicos sólidos e que possam ser adaptadas de forma eficaz, garantindo o sucesso a longo prazo dos esforços de conservação de morcegos e dos seus habitats.

D. CONCLUSÃO

Este plano de ação visa a conservação dos morcegos e a proteção das galerias ripícolas, essenciais para a biodiversidade e sustentabilidade dos ecossistemas. As medidas propostas são baseadas em evidências e devem ser ajustadas com base em programas de monitorização continuados, garantindo a eficácia a longo prazo.

A conservação e o restauro de habitats naturais adequados para morcegos exigem uma abordagem multifacetada, que inclua a proteção de refúgios naturais, o restauro de habitats degradados, o controle de espécies invasoras e a implementação de abrigos artificiais. Além disso, a monitorização continuada é essencial para avaliar a eficácia das medidas de conservação e ajustar as estratégias conforme necessário (gestão adaptativa).

A proteção e reabilitação de galerias ripícolas são essenciais para a conservação de morcegos e da biodiversidade ripícola. Implementar estratégias baseadas no restauro da flora autóctone, na gestão sustentável dos recursos hídricos e no envolvimento da comunidade local pode promover habitats saudáveis e sustentáveis para esses mamíferos voadores. A combinação de monitorização contínua e ajustes adaptativos às práticas de gestão é fundamental para o sucesso a longo prazo.

A implementação de túneis artificiais para morcegos representa uma ferramenta valiosa na conservação de espécies ameaçadas e na mitigação dos efeitos da perda de habitats naturais. O sucesso destes túneis depende planeamento cuidadoso, com base em considerações ecológicas, design técnico e monitorização contínua. O uso de túneis artificiais pode contribuir significativamente para a recuperação e sustentabilidade das populações de morcegos, desde que sejam implementados com base em evidências científicas robustas.

E. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bach, L., et al. (2004). The Use of Linear Habitats by Bats for Commuting between Summer Roosts and Foraging Grounds. *Acta Chiropterologica*, 6(2), 237-247. DOI:10.3161/001.006.0204.
- BCT (2016). *Bat Surveys for Professional Ecologists: Good Practice Guidelines*. Bat Conservation Trust.
- Berthinussen, A., Richardson, O.C., & Altringham, J.D. (2014). *Bat Conservation: Global Evidence for the Effects of Interventions*. University of York, UK. DOI: 10.13140/RG.2.2.14974.48964.
- Dietz, C., & Pir, J. B. (2009). *Bats of Britain, Europe and Northwest Africa*. A & C Black Publishers Ltd.
- Furey, N.M., & Racey, P.A. (2016). Conservation ecology of cave bats in *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World*, Springer, 463-500. DOI: 10.1007/978-3-319-25220-9_17.
- Gibbons, D. (2013). *Conservation evidence from a long-term study of a bat hibernaculum in Thetford Forest, UK*. [Available at: <https://www.conservationevidence.com>]
- Herter, K. (2007). *Hibernacula enhancement for bats: A before-and-after study in Brandenburg, Germany*. [Available at: <https://www.conservationevidence.com>]
- HS2 Ltd. (2020). *HS2 Phase One Bat Habitat Creation and Enhancement*. HS2 official report. [Available at: <https://www.hs2.org.uk/documents/hs2-phase-one-bat-habitat-creation-and-enhancement>]
- Kunz, T.H., et al. (2009). *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Johns Hopkins University Press.
- LIFE Project Reports (2015). "LIFE+ UnderGround: Protection of underground bat sites in Italy and Slovenia." [Available at: <http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm>]
- Limpens, H.J.G.A., & Kapteyn, K. (1991). Bats, their behaviour and linear landscape elements. *Myotis*, 29(1), 39-48.
- Limpens, H. J. G. A., & Twisk, P. (2003). *Bats and road construction*. Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management.
- Mickleburgh, S. P., Hutson, A.M., & Racey, P.A. (2002). *A review of the global conservation status of bats*. *Oryx*, 36(1), 18-34.
- Mitchell-Jones, A. J., & McLeish, A.P. (2004). *The Bat Workers' Manual*. Joint Nature Conservation Committee.
- Racey, P.A., & Entwistle, A.C. (2003). Conservation ecology of bats. In T. H. Kunz & M. B. Fenton (Eds.), *Bat Ecology*. University of Chicago Press.
- Ransome, R.D. (1990). *The Natural History of Hibernating Bats*. Christopher Helm.
- Russo, D., & Jones, G. (2003). Use of foraging habitats by bats in a Mediterranean area determined by acoustic surveys: conservation implications. *Ecography*, 26(2), 197-209.
- Schofield, H. W., & Mitchell-Jones, A. J. (2003). *The Bats of Britain and Ireland*. The Vincent Wildlife Trust.
- Van der Meij, T., et al. (2014) Return of the bats? A prototype indicator of trends in European bat populations in underground hibernacula. *Mammal. Biol.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.mambio.2014.09.004>
- Weller, T.J., & Zabel, C.J. (2001). Characteristics of fringed myotis day roosts in northern California. *Journal of Wildlife Management*, 65(3), 489-497.