

APROVEITAMENTO HIDROELÉTRICO DE FOZ TUA

PROGRAMA INTEGRADO DE MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL (PIMA)

MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO DA MC40

FRAGMENTAÇÃO DOS HABITATS - POTENCIAÇÃO DE LOCAIS DE ATRAVESSAMENTO DA FAUNA TERRESTRE (RMMC40.02.00)

Fase de Exploração (Ano 2019)



Julho de 2020



(Página intencionalmente deixada em branco)

ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - IDENTIFICAÇÃO DO PROJECTO	1
1.2 - IDENTIFICAÇÃO E OBJETIVOS DA MONITORIZAÇÃO	1
1.3 - ÂMBITO DO RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO	2
1.4 - AUTORIA TÉCNICA	3
2 - ANTECEDENTES	4
2.1 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO E PÓS AVALIAÇÃO	4
2.2 - IDENTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS ADOTADAS PARA EVITAR, REDUZIR OU COMPENSAR OS IMPACTES OBJETO DE MONITORIZAÇÃO	4
2.3 - DESCRIÇÃO DE EVENTUAIS RECLAMAÇÕES OU CONTROVÉRSIAS E INDICAÇÃO DAS DILIGÊNCIAS EFETUADAS PARA A RESPECTIVA RESOLUÇÃO	5
3 - DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO	6
3.1 - PARÂMETROS MONITORIZADOS	6
3.1.1 - Elementos construídos	6
3.1.2 - Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Brunheda e Abreiro (MC40b1)	6
3.1.3 - Promoção da passagem de espécies de pequeno porte (MC40b2)	6
3.2 - LOCAIS DE AMOSTRAGEM	6
3.2.1 - Elementos construídos	6
3.2.2 - Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Brunheda e Abreiro (MC40b1)	6
3.2.3 - Promoção da passagem de espécies de pequeno porte (MC40b2)	7
3.3 - PERIODICIDADE DA AMOSTRAGEM	7
3.4 - MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	7
3.4.1 - Elementos construídos	7
3.4.2 - Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Brunheda e Abreiro (MC40b1) e Promoção da passagem de espécies de pequeno porte (MC40b2)	8
3.5 - INDICADORES DE ATIVIDADE OU FATORES EXÓGENOS RELACIONADOS COM OS RESULTADOS	9
3.6 - MÉTODOS DE TRATAMENTO DE DADOS	9
3.6.1 - Elementos construídos	9
3.6.2 - Cálculo dos parâmetros monitorizados	9
3.6.3 - Análise estatística	10
3.7 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS DADOS	11
3.7.1 - Avaliação da eficácia das medidas compensatórias	11
4 - RESULTADOS DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO	12
4.1 - RESULTADOS OBTIDOS	12
4.1.1 - Elementos construídos	12
4.1.2 - MC40b1: Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical em 2019	12
4.1.3 - MC40b2: Promoção da passagem de espécies de pequeno porte através da transformação da berma na ponte de Brunheda em 2019	14

4.1.4 - Comparação dos resultados da MC40b1 com épocas homólogas das fases de construção, enchimento e exploração (2012-2019)	17
4.1.5 - Comparação dos resultados da MC40b2 com épocas homólogas da fase de exploração (2017-2019) ..	20
4.2 - DISCUSSÃO, INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	23
4.2.1 - Elementos construídos	23
4.2.2 - MC40b1: Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical.....	23
4.2.3 - MC40b2: Promoção da passagem de espécies de pequeno porte através da transformação da berma na ponte de Brunheda.....	24
4.2.4 - Comparação dos resultados da MC40b1 com épocas homólogas das fases de construção, enchimento e exploração (2012-2019)	25
4.2.5 - Comparação dos resultados da MC40b2 com épocas homólogas das fases de construção, enchimento e exploração (2012-2019)	26
4.3 - AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS ADOTADAS PARA EVITAR, REDUZIR OU COMPENSAR OS IMPACTES OBJETO DE MONITORIZAÇÃO	27
4.4 - COMPARAÇÃO COM AS PREVISÕES EFETUADAS NOS PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO E DE PÓS-AVALIAÇÃO	27
4.5 - AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM	27
4.6 - COMPARAÇÃO DE RESULTADOS COM DADOS HISTÓRICOS	27
5 - CONCLUSÕES	28
5.1 - SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTES OBJETO DE MONITORIZAÇÃO E DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS ADOTADAS	28
5.2 - PROPOSTA DE NOVAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E ALTERAÇÃO OU DESATIVAÇÃO DE MEDIDAS JÁ ADOTADAS.....	28
5.3 - PROPOSTA DE REVISÃO DOS PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO E DA PERIODICIDADE DOS FUTUROS RELATÓRIOS DE MONITORIZAÇÃO	28
6 - ANEXOS.....	I
ANEXO I – BIBLIOGRAFIA	I
ANEXO II – TABELAS E FIGURAS ADICIONAIS	IV

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 -Enquadramento da localização dos pontos de amostragem relativos às MC40b1 (colocação de sinalização vertical nas pontes de Abreiro e Brunheda) e MC40b2 (transformação da berma na ponte de Brunheda), efetuadas no âmbito da MC40b1-2 (Potenciação de locais de atravessamento) submedida da MC40 (Fragmentação dos habitats) do AHFT.	2
Figura 4-1 – Número de indícios de fauna terrestre detetados nas pontes de Abreiro e Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).	13
Figura 4-2 – Riqueza específica obtida na ponte de Abreiro e Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).	14
Figura 4-3 – Número médio de indícios de fauna e respetivo desvio padrão obtido nos locais de amostragem (Interior da passagem adaptada vs. Exterior da passagem adaptada) monitorizados no âmbito das MC40.b.2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte), no 2º ano da fase de exploração (2019) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT).	15
Figura 4-4 - Número total de indícios de fauna terrestre detetados no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécies de pequeno porte) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).	16
Figura 4-5 - Riqueza específica obtida no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécies de pequeno porte) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).	17
Figura 4-6 – Riqueza específica média e respetivo desvio padrão obtida na ponte de Abreiro para os períodos de Pré instalação (2014 a 2016) (Pre) e Pós instalação (2017 a 2019) (Pos) na ponte de Abreiro, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT).	19
Figura 4-7 – Valores médios do nº de indícios de fauna e respetivos desvios padrão, por ano, nas tipologias Exterior da passagem adaptada e Interior da passagem adaptada, durante as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua.	21
Figura 4-8 - Riqueza específica média e respetivos desvios padrão, por ano, nas tipologias Exterior da passagem adaptada e Interior da passagem adaptada, durante as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais (inverno, primavera, verão, 1ª de outono e 2ª de outono) de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2	

(Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua.	22
Figura 6-1 - Número de indícios de fauna terrestre registado em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) na totalidade das pontes amostradas (Ponte de Abreiro e Ponte de Brunheda), no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja e castanho – outono).	X
Figura 6-2 - Número total de espécies de fauna terrestre (Riqueza específica) registadas em cada uma das campanhas do período de amostragem (outono de 2017 a outono de 2018) na totalidade das pontes amostradas (Ponte de Abreiro e Ponte de Brunheda) no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja e castanho – outono).	X
Figura 6-3 – Número de indícios de fauna terrestre registados em cada uma das pontes amostradas (ponte de Abreiro e ponte de Brunheda), durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT.	XI
Figura 6-4 - Número total de espécies de fauna terrestre (Riqueza específica) registados em cada uma das pontes amostradas (Ponte de Abreiro e Ponte de Brunheda), durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT.	XI
Figura 6-5 – Número de indícios registados no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécie de pequeno porte) do AHFT.	XII
Figura 6-6 – Riqueza específica obtida no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécie de pequeno porte) do AHFT.	XII
Figura 6-9 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Abreiro (N314), na margem direita do rio Tua (concelho de Mirandela) (21-06-2019).	XIII
Figura 6-10 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Abreiro (N314), na margem direita do rio Tua (concelho de Mirandela) (21-06-2019).	XIII
Figura 6-11 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Brunheda (N314), na margem direita da albufeira do AHFT (concelho de Murça) (21-06-2019).	XIV
Figura 6-12 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Brunheda (N314-1), na margem esquerda da albufeira do AHFT (concelho de Carrazeda de Ansiães) (21-06-2019).	XIV
Figura 6-13 - Transformação da berma no âmbito da MC40b2 na ponte de Brunheda (N314), na margem direita da albufeira do AHFT (concelho de Murça) (21-06-2019).	XV
Figura 6-15 - Transformação da berma no âmbito da MC40b2 na ponte de Brunheda (N314-1), na margem esquerda da albufeira do AHFT (concelho de Carrazeda de Ansiães) (21-06-2019).	XV
Figura 6-16 – Colocação do pó de pedra nos passeios do tabuleiro da ponte de Abreiro no âmbito monitorização da MC40b1 (21-10-2017).	XVI
Figura 6-17 – Aspeto da ponte de Abreiro durante um dia de precipitação que se fez sentir aquando a amostragem da 2ª campanha de outono de 2019 (16/12/2019).	XVI

Figura 6-18 – Pegadas/trilhos de cão-doméstico registadas a entrar e a sair da passagem adaptada na ponte de Brunheda no âmbito da MC40b2 durante a campanha de inverno de 2019 (12/02/2019). As pegadas mais nítidas estão representadas pelos círculos vermelhos e o sentido de cada pegada (entrar: pegada esquerda; sair: pegada direita) é representado pelas setas vermelhas.	XVII
Figura 6-19 – Dejeito de Fuinha/Marta (<i>M. foina</i> / <i>M. martes</i>) detetado no interior da passagem adaptada no âmbito da MC40b2 durante a 2ª campanha de outono de 2019 (18/12/2019).....	XVIII
Figura 6-20 - Dejeito de Fuinha/Marta (<i>M. foina</i> / <i>M. martes</i>) detetado no interior da passagem adaptada no âmbito da MC40b2 durante a 2ª campanha de outono de 2019 (18/12/2019).....	XVIII

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-1 - Equipa técnica responsável pela monitorização da MC40b1-2 e pela elaboração do relatório.	3
Tabela 3-1 - Datas e esforço de amostragens no decurso das campanhas relativas à MC40b1-2 do AHFT, realizadas em 2019.....	7
Tabela 4-1 - Resultados da análise GLM para o nº de indícios obtido nos locais de amostragem (Interior da passagem adaptada vs. Exterior da passagem adaptada) monitorizados no âmbito das MC40.b.2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte), no 2º ano da fase de exploração (2019) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).....	15
Tabela 4-2 - Resultados da análise GLM para a riqueza específica obtida nos locais de amostragem (Interior da passagem adaptada vs. Exterior da passagem adaptada) monitorizados no âmbito das MC40.b.2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte), no 2º ano da fase de exploração (2019) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).....	16
Tabela 4-3 - Resultados da análise GLM para o nº de indícios obtido durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2016 a 2019) na ponte de Abreiro, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).....	18
Tabela 4-4 - Resultados da análise GLM para a riqueza específica obtida durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2016 a 2019) na ponte de Abreiro, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).....	18
Tabela 4-5 - Resultados da análise GLM para o nº de indícios obtido durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2017 a 2019) na ponte de Brunheda, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).....	19
Tabela 4-6 - Resultados da análise GLM para a riqueza específica obtida durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2016 a 2019) na ponte de Brunheda, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).....	20
Tabela 4-7 - Resultados da análise GLMM para o número de indícios (abundância) de fauna nas tipologias Exterior da passagem e Interior da passagem, entre as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais (inverno, primavera, verão, 1ª de outono e 2ª de outono) de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua (*p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).	23
Tabela 4-8 - Resultados da análise GLMM para a riqueza específica de fauna nas tipologias Exterior da passagem e Interior da passagem, entre as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais (inverno, primavera, verão, 1ª de outono e 2ª de outono) de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua (*p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001).	23
Tabela 6-1 - Identificação, tipologia e coordenadas dos locais de amostragem da MC40b1-2 (Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre).....	IV
Tabela 6-2 - Dias em que a amostragem com recurso ao pó de pedra foi inviabilizada (* devido à precipitação; ** devido ao vento forte), em todos os locais de amostragem da MC40b1-2 (Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre).	IV

Tabela 6-3 - Número e tipo de indícios detetados na ponte, número de indivíduos mortos e o número de atravessamentos prováveis por espécie, assim como a riqueza específica, em cada local de amostragem da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) por época de amostragem, durante o período considerado (inverno de 2019 a outono de 2019)..... V

Tabela 6-4 - Número e tipo de indícios detetados, número de atravessamentos prováveis, por espécie, assim como a riqueza específica, no interior e exterior da passagem construída na ponte de Brunheda, por época de amostragem, durante o período considerado (inverno de 2019 a outono de 2019), no âmbito da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécie de pequeno porte). VII

LISTA DE ABREVIATURAS

Apresentam-se abaixo as siglas mais frequentemente utilizadas ao longo do presente relatório.

AH	Aproveitamento Hidroelétrico
AHBS	Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo-Sabor
AHFT	Aproveitamento Hidroelétrico Foz Tua
AIA	Avaliação de Impacte Ambiental
APA	Agência Portuguesa de Ambiente
CA	Comissão de Acompanhamento
CAAC	Comissão de Acompanhamento Ambiental da Construção
CIBIO	Centro de Investigação em Biodiversidade e recursos Genéticos
DIA	Declaração de Impacte Ambiental
EIA	Estudo de Impacte Ambiental
FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
ICNF	Instituto de Conservação da Natureza e Florestas
INAG	Instituto Nacional da Água
LEA	Laboratório de Ecologia Aplicada
MC	Medida(s) Compensatória(s)
MC40b1-2	Medida Compensatória 40b 1 e 2
MM	Medidas Mitigadoras
NPA	Nível Pleno de Armazenamento
PIMA	Programa Integrado de Monitorização Ambiental
PMC	Programa de Medidas de Compensação
PME	Plano de Monitorização Ecológica
PNRVT	Parque Natural Regional do Vale do Tua
RECAPE	Relatório de Conformidade Ambiental ao Projeto de Execução
SIC	Sítio de Importância Comunitária
UM	Universidade do Minho
UTAD	Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - IDENTIFICAÇÃO DO PROJECTO

Ao abrigo do Programa Integrado de Monitorização Ambiental (PIMA) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (EDP, 2019), o presente relatório de monitorização abarca os resultados dos trabalhos desenvolvidos no âmbito da medida compensatória Fragmentação dos habitats (MC40) – Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre (MC40b1-2), durante o 2º ano da fase de exploração (2019), representando o quarto ano de monitorização da medida MC40b1 e o segundo ano de monitorização da medida MC40b2, respeitando a estrutura formal, os conteúdos, as normas e os requisitos técnico-científicos inscritos no Anexo V da Portaria nº 395/2015, de 4 de novembro.

1.2 - IDENTIFICAÇÃO E OBJETIVOS DA MONITORIZAÇÃO

O Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) localiza-se na região de Trás-os-Montes e Alto Douro, mais precisamente no troço inferior do rio Tua, sendo este um afluente da margem direita do rio Douro, na fronteira administrativa entre o Distrito de Bragança e o de Vila Real, abrangendo os municípios de Carrazeda de Ansiães, Vila Flor, Alijó, Murça e Mirandela.

Com o decorrer do processo para a instalação deste empreendimento foi emitida, a 11 de maio de 2009, uma Declaração de Impacte Ambiental (DIA) “Favorável Condicionada” - à cota NPA 170 e à implementação de Medidas Mitigadoras (MM) e Compensatórias (MC), como é prática para a implantação deste tipo de empreendimentos. No sentido de dar cumprimento ao disposto na DIA, foram definidas algumas medidas de carácter obrigatório, designadas por Planos de Monitorização e Medidas Compensatórias, ao abrigo das quais o promotor ficou vinculado e responsável pela execução das mesmas, designadamente por via da realização de estudos de caracterização, planos e medidas de conservação para as espécies mais vulneráveis e/ou com interesse conservacionista prioritário e práticas de gestão sustentável dos recursos.

Na fase de exploração, as monitorizações previstas no âmbito da medida compensatória “Fragmentação dos habitats” (**MC40**) – “Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre”, que integra a minimização do risco de atropelamento (**MC40b1**) e a promoção da passagem de espécies de pequeno porte (**MC40b2**), deverão contribuir para estimar o efeito da eficácia das ações na intensidade de utilização dos locais de atravessamento pela fauna terrestre que ocorre na área de influência do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT), designadamente as que visam compensar os efeitos deste empreendimento sobre a fauna terrestre na área do AHFT, resultante da fragmentação dos habitats provocada pelo enchimento da albufeira do AHFT. Em função das ações consideradas no âmbito da MC40b1-2, a monitorização das Medidas Compensatórias em causa persegue os seguintes objetivos principais:

- Avaliar o estado de conservação e operacionalidade das estruturas intervencionadas;
- Determinar o efeito das intervenções em pontes na mortalidade e atravessamento da fauna terrestre.

1.3 - ÂMBITO DO RELATÓRIO DE MONITORIZAÇÃO

O presente relatório diz respeito à componente da “Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre” (MC40b), submedida da Medida Compensatória “Fragmentação de habitats” (MC40), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT), sendo apresentado na sequência do cumprimento das atividades associadas ao Programa Integrado de Monitorização Ambiental (PIMA) durante fase de exploração do AHFT, constituindo o relatório anual de 2019 (ano 2). A área de estudo definida para a monitorização da MC40b está inserida no distrito de Bragança, nomeadamente nos concelhos de Bragança, Carrazeda de Ansiães, Mirandela e Vila Flor, e no distrito de Vila Real, nos concelhos de Alijó, Murça e Sabrosa. No seu conjunto, a maior parte da área de amostragem insere-se no Parque Natural Regional do Vale do Tua, criado em 2013 pelo Regulamento n.º 364-A/2013, D.R. n.º 184.

No que se refere aos limites espaciais o presente relatório abrange uma área como sendo de influência direta do AHFT, a qual envolve ações de intervenção, designadamente a colocação de sinalização vertical nas pontes rodoviárias de Abreiro e Brunheda (MC40b1) e a transformação da berma na ponte de Brunheda (MC40b2) que constituem a submedida MC40b - Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre (Figura 1-1).

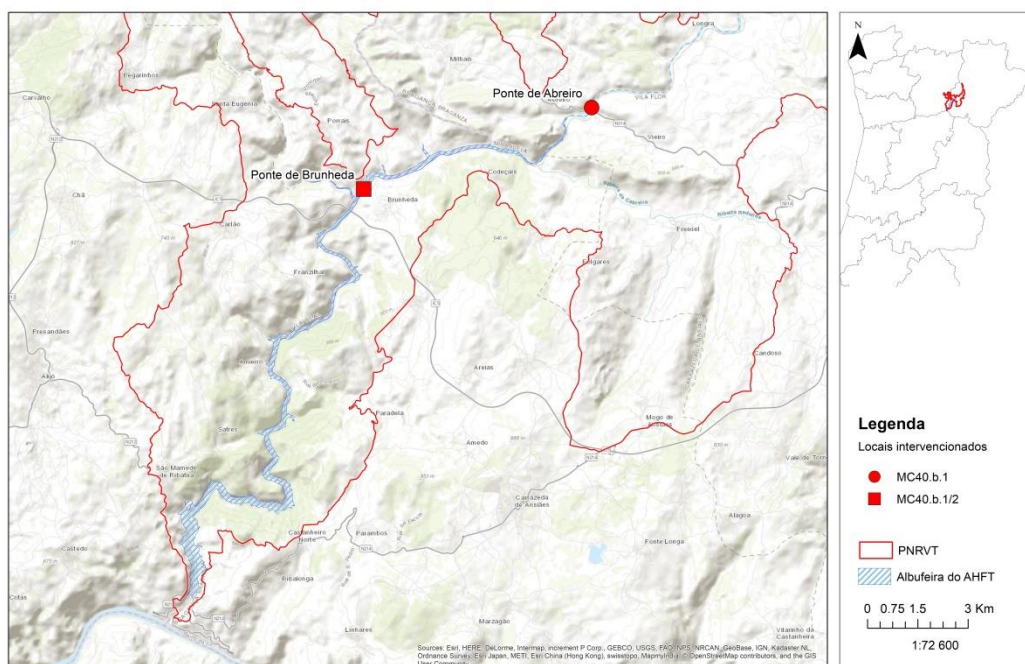


Figura 1-1 -Enquadramento da localização dos pontos de amostragem relativos às MC40b1 (colocação de sinalização vertical nas pontes de Abreiro e Brunheda) e MC40b2 (transformação da berma na ponte de Brunheda), efetuadas no âmbito da MC40b1-2 (Potenciação de locais de atravessamento) submedida da MC40 (Fragmentação dos habitats) do AHFT.

1.4 - AUTORIA TÉCNICA

O Plano de Monitorização da MC40b1-2 - Potenciação de locais de atravessamento foi executado pelo Laboratório de Ecologia Aplicada (LEA) da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), com sede na Quinta de Prados, Vila Real. A equipa envolvida na monitorização é composta por técnicos especializados em monitorização de vertebrados terrestres (Tabela 1-1).

Tabela 1-1 - Equipa técnica responsável pela monitorização da MC40b1-2 e pela elaboração do relatório.

Nome	Qualificações Técnicas e Profissionais	Função e Especialidade Asseguradas
João Alexandre Cabral	Prof. Associado com Agregação da UTAD. Biólogo, Doutoramento em Ecologia pela Universidade de Coimbra com especialização em monitorização ecológica e modelação ecológica.	Coordenador do LEA. Supervisão dos trabalhos e revisão técnico-científica dos relatórios.
Paulo Travassos	Técnico Qualidade Ambiental. Técnico do LEA.	Coordenador técnico do projeto. Supervisão e revisão técnica dos trabalhos. Tarefas de apoio à recolha de dados.
Paulo Barros	Licenciado em Engenharia Florestal pelo Instituto Politécnico de Bragança, Pós-Graduação em Recursos Genéticos pela UTAD. Técnico do LEA.	Gestão de meios e recursos técnicos. Tarefas de apoio à recolha de dados.
Luís Braz	Licenciado em Ecologia Aplicada, Pós-Graduação em Sistemas de Informação Geográfica pela UTAD. Técnico do LEA.	Responsável pela execução da monitorização. Recolha de dados. Redação do relatório.
Virgínia Duro	Licenciada em Biologia e Geologia, Pós-Graduação em Ecologia pela UM. Técnica do LEA.	Tarefas de apoio à recolha e tratamento de dados e à elaboração do relatório.
Diogo Carvalho	Licenciado em Ecologia Aplicada. Técnico do LEA.	Tarefas de apoio à recolha de dados.
Hélia Vale-Gonçalves	Licenciada em Ecologia Aplicada e Mestrado em Biologia Clínica Laboratorial pela UTAD. Técnica do LEA.	Tarefas de apoio à recolha de dados
Carla Gomes	Licenciada em Ecologia Aplicada pela UTAD. Técnica do LEA.	Tarefas de apoio à recolha de dados.
Sandra Faria	Licenciada em Biologia e Mestre em Gestão dos Recursos Naturais pela UTAD. Técnica do LEA.	Tarefas de apoio à recolha de dados.

2 - ANTECEDENTES

2.1 - IDENTIFICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO E PÓS AVALIAÇÃO

O AHFT, cujo promotor é a EDP – Gestão da Produção de Energia, S.A., foi sujeito a um procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental (Processo de AIA n.º 1507), conforme estipulado no Decreto-Lei n.º 69/2000, alterado pelo DL n.º 197/2005, de 8 de novembro. O processo de AIA do AHFT deu origem, a 11 de maio de 2009, à Declaração de Impacte Ambiental (DIA) com Parecer Favorável Condicionado à cota NPA 170 que incluiu, não só a definição de um Programa de Monitorização Ecológica (PM02), mas também a implementação de uma série de medidas.

O Elemento 40 apresentado no Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) (Profico Ambiente, 2010) do AHFT, tal como solicitado na DIA, teve como objetivo “apresentar um estudo complementar sobre a fauna terrestre (exceto avifauna) que permita aferir a necessidade da implantação de uma passagem ecológica na albufera com vista a minimizar o efeito barreira”.

As medidas desenvolvidas e propostas derivam da análise efetuada no Estudo Complementar ao Elemento 40 do RECAPE (Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução), que foi entregue à entidade Licenciadora, o Instituto da Água, I.P. (INAG), a 30 de junho de 2010. O Plano de Medidas Compensatórias (PMC) foi apresentado à Comissão de Avaliação (CA) em janeiro de 2012, na Fase Pós-RECAPE.

No âmbito do Programa de Monitorização Ecológica da Fauna (PM02) implementado na fase de construção, direcionado aos mamíferos terrestres (excetuando a comunidade de micromamíferos, lontra e toupeira-de-água) e herpetofauna, foram desenvolvidas metodologias para monitorização de ambos os grupos da fauna, que permitiram assim, o estabelecimento da situação de referência na fase de pré-implementação das medidas que integram a MC40.

A monitorização sistemática das pontes rodoviárias da Brunheda e Abreiro foi integrada nos trabalhos do PM02. No caso da ponte da Brunheda, a sua monitorização foi integrada no ano 1 (verão 2012), durante a fase de construção do AHFT e, no ano 3 (2013/2014) passou a ser monitorizada em todas as estações do ano. A ponte de Abreiro passou a integrar o plano de trabalhos do PM02 no ano 4 (2014/2015), também referente à fase de construção do AHFT, nos mesmos trâmites delineados para a ponte da Brunheda.

Na fase de exploração, as monitorizações desta Medida Compensatória foram incluídas no Programa Integrado de Monitorização Ambiental (PIMA). Para o desenvolvimento da campanha de monitorização a que diz respeito o presente relatório teve-se em consideração a informação constante nos relatórios de monitorização da fauna (2011 a 2018) e da medida compensatória MC40b1 (2016 a 2018) do AHFT.

2.2 - IDENTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS ADOTADAS PARA EVITAR, REDUZIR OU COMPENSAR OS IMPACTES OBJETO DE MONITORIZAÇÃO

De acordo com a informação produzida em fase de RECAPE as medidas previstas para compensar os impactes referentes ao descritor Fragmentação dos habitats (MC40), descritas no Programa Integrado de Monitorização Ambiental (PIMA), incluíram a:

- **MC40b** - Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre mediante a adoção das seguintes medidas:
 - **MC40b1** - Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Brunheda e Abreiro através da colocação de sinalização vertical;
 - **MC40b2** - Promoção da passagem de espécies de pequeno porte através da transformação de uma das bermas como corredor de fauna.

2.3 - DESCRIÇÃO DE EVENTUAIS RECLAMAÇÕES OU CONTROVÉRSIAS E INDICAÇÃO DAS DILIGÊNCIAS EFETUADAS PARA A RESPECTIVA RESOLUÇÃO

No âmbito dos trabalhos a que o presente relatório de monitorização diz respeito, a equipa do Laboratório de Ecologia Aplicada da UTAD não teve conhecimento de quaisquer reclamações ou controvérsias associadas às Medidas Compensatórias e, por conseguinte, não foram necessárias quaisquer diligências visando a resolução das mesmas.

3 - DESCRIÇÃO DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

3.1 - PARÂMETROS MONITORIZADOS

3.1.1 - Elementos construídos

Para avaliar o estado de conservação e operacionalidade de cada uma das estruturas intervencionadas no âmbito da MC40b1-2 foram usados parâmetros específicos que incluem, por exemplo, a presença de fissuras e/ou outras fragilidades estruturais, a presença de obstruções e/ou outras ocorrências que possam colidir com a funcionalidade dos elementos construídos.

3.1.2 - Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Brunheda e Abreiro (MC40b1)

Os parâmetros monitorizados no âmbito da Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda (MC40b1) foram:

- Número e a identidade das espécies que utilizam as passagens;
- Índice de utilização (nº de indícios por campanha);
- Taxa de mortalidade (nº indivíduos mortos detetados por campanha).

3.1.3 - Promoção da passagem de espécies de pequeno porte (MC40b2)

Os parâmetros monitorizados no âmbito da Promoção da passagem de espécies de pequeno porte (MC40b2) foram:

- Número e a identidade das espécies que utilizam as passagens;
- Índice de utilização (nº de indícios por campanha);

3.2 - LOCAIS DE AMOSTRAGEM

3.2.1 - Elementos construídos

A avaliação das estruturas intervencionadas ao abrigo da potenciação de locais de atravessamento (MC40b1-2) foi executada nas pontes de Abreiro e Brunheda (N314) no âmbito da colocação de sinalização vertical (MC40b1) e na ponte de Brunheda (N314) no âmbito da transformação da berma (MC40b2) (Figura 1-1).

3.2.2 - Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Brunheda e Abreiro (MC40b1)

Os efeitos da potenciação de locais de atravessamento (MC40b1-2) foram avaliados na ponte de Abreiro (N314) e Brunheda (N314), no âmbito da colocação de sinalização vertical (MC40b1) (Figura 1-1).

Não obstante o PIMA do AHFT contemplar a amostragem de dois locais de atravessamento naturais no rio Tua, localizados na foz da Ribeira de Cabreira e na cauda da albufeira do AHFT, respetivamente, estes não foram abrangidos pela presente monitorização porque já estavam submersos pelo enchimento da albufeira do AHFT, à semelhança do que havia acontecido com as campanhas de outono de 2016 e de inverno de 2017 (Bioinsight, 2017a).

3.2.3 - Promoção da passagem de espécies de pequeno porte (MC40b2)

Os efeitos da potenciação de locais de atravessamento (MC40b1-2) foram avaliados na ponte de Brunheda (N314) no âmbito da transformação da berma (MC40b2) (Figura 1-1).

3.3 - PERIODICIDADE DA AMOSTRAGEM

As datas da realização das campanhas de campo e o esforço de amostragem estão expressas na Tabela 3-1. As amostragens foram efetuadas em períodos contínuos de cinco dias, uma vez por época na primavera (maio/junho), verão (agosto/setembro), inverno (fevereiro/março), e duas vezes por época no outono (novembro/dezembro). O esforço acrescido no outono justifica-se por se tratar do principal período de migração/dispersão da generalidade da fauna terrestre.

A análise do estado de conservação e operacionalidade das estruturas intervencionadas é feita através de uma visita anual realizada em simultâneo com as visitas para monitorização da utilização das estruturas, pelo que a monitorização dos elementos construídos no âmbito da MC40b1-2 foi realizada no dia 21 de junho de 2019.

Tabela 3-1 - Datas e esforço de amostragens no decurso das campanhas relativas à MC40b1-2 do AHFT, realizadas em 2019.

Época de amostragem	Mês de amostragem	Dias de realização das amostragens	Esforço de amostragem
Inverno de 2019	Fevereiro	11, 12, 13, 14 e 15	2 Pessoas/equipa 1 Equipa
Primavera de 2019	Junho	17, 18, 19, 20 e 21	
Verão de 2019	Setembro	9, 10, 11, 12 e 13	
Outono de 2019	Novembro	25, 26, 27, 28 e 29	
	Dezembro	16, 17, 18, 19 e 20	

3.4 - MÉTODOS DE AMOSTRAGEM E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

3.4.1 - Elementos construídos

Todas as estruturas são visitadas anualmente por peritos credenciados e avaliado o seu estado de conservação e operacionalidade.

3.4.2 - Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Brunheda e Abreiro (MC40b1) e Promoção da passagem de espécies de pequeno porte (MC40b2)

A amostragem foi feita recorrendo a uma combinação entre transetos pedestres diurnos ao longo do tabuleiro da ponte, para a prospeção de indícios (dejetos e pegadas) e da presença de animais (vivos ou mortos), e o uso do pó de pedra na berma/passeio, sempre que estiverem reunidas as condições ideais (ausência de chuva ou vento forte), de modo a detetar a presença de pegadas e trilhos durante o período noturno. O pó de pedra foi colocado nas duas extremidades das pontes (no interior da ponte) e nas duas extremidades da passagem adaptada, apenas no passeio, em cada um dos lados da via (Anexo II - Figura 6-13). Quando acauteladas as condições de segurança para a sua instalação, estas metodologias podem ser complementadas com armadilhagem fotográfica. Cada ponte foi visitada uma vez por dia, de preferência ao início da manhã, durante cinco dias consecutivos.

Sempre que possível todos os indícios foram identificados e determinada a respetiva espécie *in situ*. Nos casos em que o estado dos indícios não permitiu identificar a respetiva espécie (*e.g.*, pegadas deformadas/incompletas ou dejetos desfeitos/incompletos) foi identificado o respetivo grupo taxonómico hierarquicamente mais próximo possível. Nos casos em que o estado dos indícios, comprovadamente deixados por um animal, não permite a sua identificação, consideram-se como pertencentes a espécie indeterminada, embora contabilizados nos índices de utilização da ponte.

Adicionalmente foram contabilizados os atravessamentos prováveis nas pontes e passagens adaptadas. Para tal considerou-se um atravessamento provável de um indivíduo de uma espécie quando as pegadas ou trilhos foram encontrados em pelo menos dois locais de colocação do pó de pedra, um em cada extremidade da ponte, com o mesmo sentido de deslocação, no mesmo dia de amostragem.

Em alguns casos a fraca qualidade dos indícios detetados, isto é dejetos muito velhos, desfeitos ou incompletos, ou pegadas pouco nítidas, não permitiram determinar a espécie correspondente, sendo identificado sempre que possível o nível taxonómico mais baixo possível ou o grupo de espécies às quais o indício pode pertencer. Segundo este critério foram assim obtidos os complexos específicos Cão/Raposa (*C. lupus familiaris*/V. *Vulpes*) e Gato-bravo/Gato-doméstico/Geneta (*F. silvestris*/*F. catus*/*G. genetta*), a subfamília Mustelinae (Mustelíneos), a ordem Carnívora (Carnívoros) e na impossibilidade das restantes, foi dada como espécie indeterminada, mas pertencente à classe Mammalia (Mamíferos), uma vez que foram descartados todos os dejetos de aves observados durante a amostragem assim como os de répteis, passíveis de serem confundidos mutuamente.

Neste contexto é ainda importante referir que algumas pegadas observadas de canídeo atribuídas ao cão-doméstico têm tamanho suficiente para poderem ser compatíveis com as de Lobo-ibérico (*Canis lupus signatus*). Este registo merece ser confirmado futuramente com recurso a análise molecular, caso se recolham dejetos potencialmente de lobo, uma vez que existem 3 alcateias confirmadas na região em 2003, próximas da área de estudo, que poderão usar estas pontes, nomeadamente a alcateia de Alijó, a alcateia de Tinhela e a alcateia de Santa Comba (Pimenta *et al.*, 2005). No entanto, como todos os canídeos diretamente observados durante a amostragem incluíam cães de grande porte, na ausência de registos fotográficos e/ou outras evidências (*e.g.*, dejetos) que permitam determinar com certeza a presença de Lobo-ibérico, nestes casos seguiu-se a opção mais conservadora de atribuir as pegadas a Cão-doméstico (*Canis lupus familiaris*).

3.5 - INDICADORES DE ATIVIDADE OU FATORES EXÓGENOS RELACIONADOS COM OS RESULTADOS

Durante a fase de exploração do AHFT a relação dos dados com as características do projeto ou do ambiente exógeno do mesmo foi analisada e avaliada tendo em consideração:

- Os resultados da análise comparativa das fases de construção, enchimento e exploração do AHFT;
- Os impactos diretos e indiretos do AHFT sobre o descritor;
- A pertinência da eventual proposta de novas medidas de minimização e compensação;
- Fatores exógenos que possam afetar a recolha de dados, o consequente resultado das análises efetuadas e a presença/abundância das espécies nas passagens (e.g., grandes incêndios, condições meteorológicas anormais, construção de grandes empreendimentos ou alterações significativas na composição do habitat).

Neste sentido foi tida em consideração a persistente precipitação que inviabilizou a utilização do pó de pedra durante um total de 11 dias (uma vez que a chuva causa dissolução do pó e das pegadas contidas no mesmo), afetando transversalmente a amostragem nos locais amostrados no âmbito da MC40b1-2 durante as campanhas de primavera de 2019 (4 dias) e outono de 2019 (6 dias) (Anexo II – Tabela 6-2 e Figura 6-14). Outros fatores foram também considerados na análise dos dados, como o vento forte que se fez sentir durante um dos dias da campanha de verão de 2019, que removeu grande parte do pó de pedra colocado no dia anterior e que inviabilizou a identificação de possíveis pegadas deixadas na noite anterior. Por não estarem garantidas as condições de segurança para instalar as câmaras fotográficas (altamente expostas a furtos), não foi recomendável recorrer à armadilhagem fotográfica como metodologia complementar nos dias em que não foi possível utilizar o pó de pedra. Foi igualmente tida em consideração a movimentação de pessoas e veículos nas pontes, que deformaram ou removeram quer as pegadas de animais deixadas no pó-de-pedra, quer os dejetos ou cadáveres presentes na estrada, dificultando assim a sua deteção e identificação.

3.6 - MÉTODOS DE TRATAMENTO DE DADOS

3.6.1 - Elementos construídos

A análise foi baseada na verificação regular dos elementos construídos relativamente ao seu estado de conservação e operacionalidade.

3.6.2 - Cálculo dos parâmetros monitorizados

Cada um dos parâmetros monitorizados foi calculado do seguinte modo:

- Número e identidade das espécies detetadas (Riqueza específica) - foram indicados o número e a identidade das espécies às quais os indícios detetados ou os indivíduos vivos pertenciam;
- Índice de utilização (Abundância) – foi indicado o número de indícios de fauna detetados por campanha de amostragem;

- Taxa de mortalidade (detetada) – na impossibilidade de se calcular uma taxa de mortalidade detetada, uma vez que não existem dados sobre o efetivo populacional das diferentes espécies, esta foi estimada, em termos relativos, através do número de indivíduos mortos detetados por campanha.

3.6.3 - Análise estatística

Para a análise das matrizes de dados plurianuais (2012 a 2019) e anuais (inverno, primavera, verão e outono de 2019), nomeadamente para as comparações entre pares amostras de dados, correspondentes à tipologia de locais usada no âmbito da MC40b1 (Pré instalação da MC40b1 vs. Pós instalação da MC40b1) e da MC40b2 (Interior da passagem adaptada vs. Exterior da passagem adaptada) foi feita uma análise GLM. Para a comparação entre o nº de indícios/campanha e a riqueza específica no Interior e no exterior da passagem adaptada no âmbito da MC40b2 a distribuição de Poisson com função de ligação canónica logarítmica foi a que melhor se ajustou aos dados obtidos. Por outro lado, a distribuição Binomial Negativa com função de ligação canónica logarítmica foi a que melhor se ajustou aos dados obtidos na comparação entre os períodos Pré instalação vs. Pós instalação da MC40b1. Adicionalmente quando aplicável, foram utilizados gráficos complementares do tipo "*plots of means*" para ilustrar as tendências das variáveis estudadas por tipologia de pontos.

Foram usados modelos lineares de efeitos mistos generalizados (GLMMs) para testar as relações entre as variáveis dependentes estudadas e o seu enquadramento espaço-temporal (tipologia de pontos vs. ano). As variáveis dependentes correspondem ao nº de indícios e à riqueza específica. Como variáveis independentes, o espaço é expresso pela influência das tipologias de pontos (interior da passagem adaptada vs. exterior da passagem adaptada) e o tempo é expresso pela influência dos anos monitorizados a partir dos dados recolhidos nas 5 campanhas anuais entre 2017 e 2019 (o período de instalação da MC40b2). O tempo e o espaço (incluindo as interações entre eles) foram incluídos nos modelos como efeitos fixos. Adicionalmente, o código dos pontos de amostragem foi integrado (1|ID) como efeito aleatório (Hurlbert, 1984), correspondente à variação aleatória introduzida pela repetição de amostras. Nos casos onde foi verificada "*overdispersion*" da variável dependente foi ainda integrado o número da observação (1|COD) como efeito aleatório da variação individual aleatória associada a cada observação (Harrison, 2014). Tratando-se de dados de contagens, recorreu-se às distribuições que exibiram o melhor ajustamento a cada um dos tipos de dados (O'Hara & Kotze, 2010). Nesta perspetiva, para o nº de indícios e para a riqueza específica obtidas nos locais amostrados a distribuição de Poisson e a distribuição Binomial Negativa, respetivamente, com função de ligação canónica logarítmica, foram as que melhor se ajustaram aos dados obtidos.

O principal objetivo desta análise visou avaliar a possível existência de interações significativas no espaço e no tempo (tipologia de pontos x anos monitorizados), as quais podem indiciar a eficácia das intervenções efetuadas ao abrigo das medidas compensatórias sobre as variáveis de resposta, visto indicarem, nesses casos, uma divergência nos padrões do nº de indícios e na riqueza específica entre locais de controlo e de intervenção ao longo do tempo. Adicionalmente, foram utilizados gráficos complementares do tipo "*plots of means*" para ilustrar as tendências das variáveis estudadas, nomeadamente a abundância relativa ao longo dos anos por tipologia de pontos.

Com o intuito de avaliar os efeitos da colocação da sinalização vertical na taxa de mortalidade da fauna, foi previsto comparar através de uma análise GLM a taxa de mortalidade detetada obtida por campanha ao longo do período considerado (2012 a 2019), por tipologia Pré instalação da MC40b1 vs. Pós instalação da MC40b1, no

entanto a ausência de valores que permitam calcular a taxa de mortalidade durante o período referido tornou desnecessária esta comparação.

Todas as análises foram processadas recorrendo ao Software estatístico R (R Core Team, 2017) utilizando o 'Rcmdr' package (Fox, 2005; Fox & Bouchet-Valat, 2016; Fox, 2017), "lme4" package (Bates et al., 2015) e o 'ggplot2' package (Wickham, 2009).

3.7 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DOS DADOS

3.7.1 - Avaliação da eficácia das medidas compensatórias

A eficácia ou existência de impactos positivos na implementação das Medidas Compensatórias no âmbito da MC40b1-2 foi considerada quando:

MC40b1 - Na ausência de critérios previamente definidos no PIMA (EDP, 2019) e da escassez de resultados bibliográficos sobre a determinação de valores concretos para definir a eficácia da sinalização vertical na redução da taxa de mortalidade rodoviária de fauna silvestre (Putman *et al.*, 2004), não foi possível estabelecer uma taxa de mortalidade (detetada) que sirva de indicador referencial para definir a eficácia das medidas implementadas no âmbito desta submedida, no que à redução da mortalidade nas pontes intervencionadas diz respeito. Remete-se a definição desses critérios para futuros relatórios da fase de exploração, de acordo com a atualização dos estudos de referência ou outros indicadores que possam surgir como de referência.

Em termos relativos, pode considerar-se um impacto positivo imputável à sinalização vertical quando os valores de mortalidade registados nos troços depois de intervencionados forem inferiores aos registados nos troços quando não intervencionados.

MC40b2 - No que concerne à comparação entre o índice de utilização (Abundância) no interior da passagem adaptada para fauna e no exterior da passagem adaptada (na ponte de Brunheda) considerou-se impacto positivo quando esta resultou em diferenças estaticamente significativas com valores superiores obtidos no interior da passagem.

4 - RESULTADOS DO PROGRAMA DE MONITORIZAÇÃO

4.1 - RESULTADOS OBTIDOS

4.1.1 - Elementos construídos

No decurso das campanhas de 2019, a sinalização vertical implementada nas pontes de Abreiro e Brunheda no âmbito da MC40b1 encontrava-se sem danos estruturais, sem sinais de degradação, no seu devido local e devidamente visível para os condutores que circulam na via, de acordo com o indicado no respetivo relatório do projeto de execução (EDP, 2015) (Anexo II - Figura 6-7, Figura 6-8, Figura 6-10, Figura 6-9 e Figura 6-10).

Os elementos constituintes da passagem adaptada para fauna construída no âmbito da MC40b2 não exibiram danos estruturais nem sinais de degradação, estando todos os seus componentes presentes de acordo com o respetivo relatório do projeto de execução (EDP, 2017) (Anexo II - Figura 6-11, **Error! Reference source not found.** e Figura 6-12).

4.1.2 - MC40b1: Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical em 2019

Os valores de riqueza específica, o número de indícios por campanha e indícios de mortalidade, assim como o número de atravessamentos prováveis, obtidos na ponte de Abreiro e na ponte de Brunheda, durante sucessivas campanhas de amostragem de 2019, estão discriminados na Tabela 6-3 do Anexo II.

Na totalidade do período de amostragem considerado (inverno de 2019 a outono de 2019) nas duas pontes amostradas no âmbito da MC40.b.1 foram registadas 7 espécies de animais, pertencentes à classe dos mamíferos (Mammalia). Foram detetados indícios de utilização por Cão-doméstico (*Canis lupus familiaris*), Raposa (*Vulpes vulpes*), Geneta (*Genetta genetta*), Texugo (*Meles meles*) e pelos complexos específicos Doninha/Arminho (*Mustela nivalis*/*Mustela erminea*) Fuinha/Marta (*Martes foina*/*Martes martes*) e Gato-bravo/Gato-doméstico (*Felis silvestris*/*Felis catus*) (Anexo II - Tabela 6-3), uma vez que, nestes casos, os indícios obtidos (pegadas ou dejetos) não permitiram distinguir as espécies respetivas. Por este motivo, não é de excluir a possibilidade das espécies silvestres Arminho (*Mustela erminea*), a Marta (*Martes martes*) e o Gato-bravo (*Felis silvestris*) ocorrerem na área (Bencatel *et al.*, 2017; Herrero *et al.*, 2016; Yamaguchi *et al.*, 2015; Raid & Kranz, 2016), embora com uma probabilidade de ocorrência mais baixa do que outras como Doninha (*Mustela nivalis*), Fuinha (*Martes foina*) e Gato-doméstico (*Felis catus*) pois estas espécies são mais abundantes no tipo de habitats existentes na área de amostragem.

Globalmente foi registado um total de 144 indícios, sendo que 113 correspondem a dejetos e 31 a pegadas/trilhos. Não foi registado nenhum indivíduo morto de qualquer grupo taxonómico (Anexo II – Tabela 6-3).

A espécie de mamífero com maior número de indícios de presença na totalidade das pontes amostradas foi o complexo Fuinha/Marta (*Martes foina*/*Martes martes*) com 81 indícios, seguido pela Raposa (*Vulpes vulpes*) com 13 indícios, pelo Cão-doméstico (*Canis lupus familiaris*) com 9 indícios, pela Geneta (*Genetta genetta*) com 6 indícios, pelo Texugo (*Meles meles*) com 2 indícios e os complexos Gato-bravo/Gato-doméstico (*Felis silvestris*/*Felis*

catus) e Doninha/Arminho (*Mustela nivalis*/*Mustela erminea*) com 1 indício de presença cada (Anexo II – Tabela 6-3).

Uma análise mais detalhada em relação às campanhas do período amostrado, considerando o universo conjunto das duas pontes amostradas, permitiu constatar que a de primavera foi aquela onde foi registado o maior valor indícios com 40 indícios detetados, seguida pela campanha de inverno com 35 indícios registados, pela campanha de verão e 1ª campanha de outono, ambas com 25 indícios detetados, e pela 2ª campanha de outono com 9 indícios encontrados nas pontes de Abreiro e Brunheda (Figura 4-1 e Anexo II – Figura 6-1).

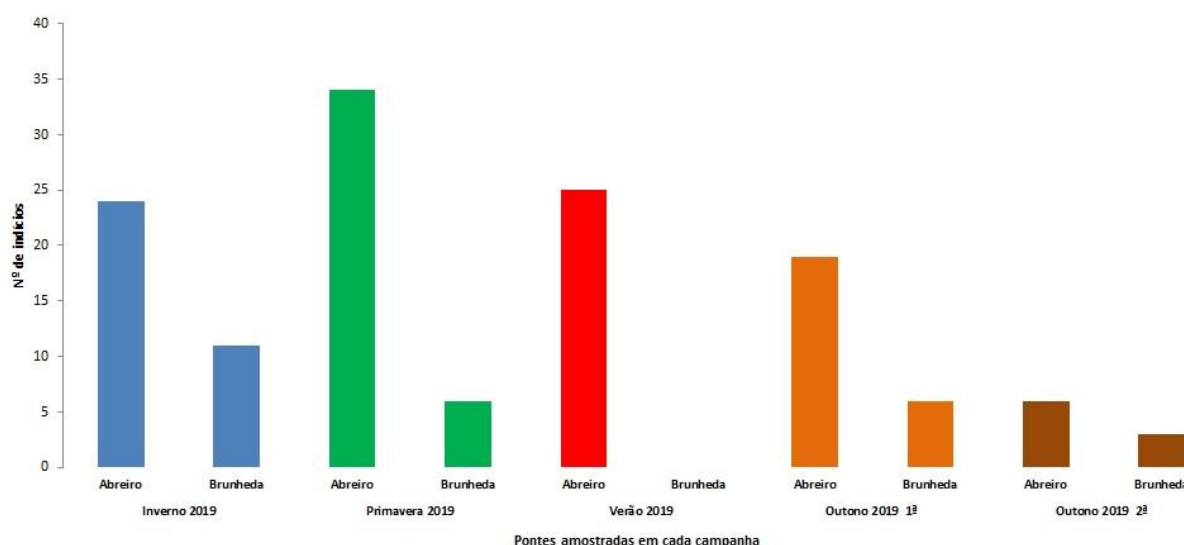


Figura 4-1 – Número de indícios de fauna terrestre detetados nas pontes de Abreiro e Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).

A campanha onde foi registado o maior valor de riqueza específica, para a totalidade das duas pontes amostradas, foi a campanha de inverno com total de 5 espécies detetadas, seguida pelas campanhas de primavera e verão, ambas com 4 espécies detetadas, e pelas duas campanhas de outono com 3 espécies detetadas em cada uma delas (Figura 4-2 e Anexo II - Figura 6-4).

Pelos gráficos da Figura 4-1 e da Figura 4-2 é possível constatar que em cada uma das campanhas de amostragem consideradas, assim como na totalidade do período amostrado (Anexo II - Figura 6-3 e Figura 6-4) a ponte de Abreiro apresenta geralmente um maior valor de indícios de presença de fauna e de riqueza específica em relação à ponte de Brunheda.

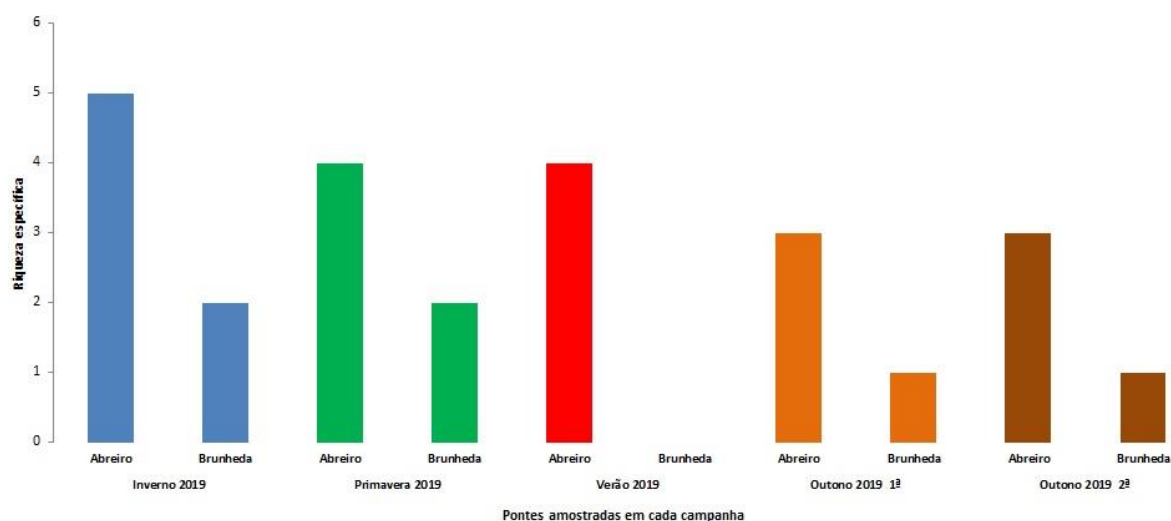


Figura 4-2 – Riqueza específica obtida na ponte de Abreiro e Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).

Relativamente à mortalidade não foi registado nenhum animal morto durante as 5 campanhas de amostragem de 2019 nas pontes de Abreiro e Brunheda.

4.1.3 - MC40b2: Promoção da passagem de espécies de pequeno porte através da transformação da berma na ponte de Brunheda em 2019

Durante todo o período de amostragem na ponte de Brunheda foi registado um total de 25 indícios, sendo que 16 deles correspondem a dejetos e 9 a pegadas/trilhos. A riqueza específica total obtida durante as 5 campanhas de amostragem de 2019 foi de 3 espécies de mamíferos.

Uma análise dos resultados obtidos no interior e no exterior da passagem adaptada revela que durante o período total de amostragem (inverno a outono) foram detetados no exterior da passagem 12 indícios de fauna terrestre pertencentes a 2 espécies de mamíferos, sendo que 6 dejetos e 2 pegadas/trilhos pertencem ao complexo Fuinha/Marta (*Martes foina/Martes martes*), 2 dejetos pertencem a Raposa (*Vulpes vulpes*), 4 pegadas/trilhos pertencem ao complexo Cão-doméstico/Raposa (*Canis lupus familiaris/Vulpes vulpes*), 1 dejetos pertence à subfamília Mustelinae, 1 pegada/trilho pertencem à família Canidae, 1 dejetos pertence à ordem Carnivora e 2 dejetos pertencem a espécies de mamífero não identificadas. Por seu turno no interior da passagem foram registados cerca de 6 indícios, pertencentes a 2 espécies, nomeadamente o complexo Fuinha/Marta (*Martes foina/Martes martes*) com 4 dejetos e o Cão-doméstico (*Canis lupus familiaris*) com 2 trilhos/pegadas (Anexo II – Tabela 6-4, Figura 6-16 e Figura 6-17).

Os resultados do GLM aplicados à totalidade de indícios de mamíferos obtidos no interior e no exterior da passagem adaptada, durante as 5 campanhas de amostragem de 2019, revelam que o número de indícios registados no exterior da passagem adaptada foi significativamente superior ao número de indícios registados no

interior da passagem adaptada (Tabela 4-1 e Figura 4-3). Por seu turno os resultados do GLM aplicados à riqueza específica obtida no interior e no exterior da passagem adaptada na totalidade do período amostrado mostram que não existem diferenças com significado estatístico entre o número de espécies registadas dentro da passagem adaptada e o número de espécies registadas fora da passagem adaptada (Tabela 4-2).

Tabela 4-1 - Resultados da análise GLM para o nº de indícios obtido nos locais de amostragem (Interior da passagem adaptada vs. Exterior da passagem adaptada) monitorizados no âmbito das MC40.b.2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte), no 2º ano da fase de exploração (2019) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,001$).**

Coefficients:					
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	3.8000	0.8718	4.359	0.0000131	***
Local[T.Int Pass]	-2.6000	1.0000	-2.600	0.00932	**

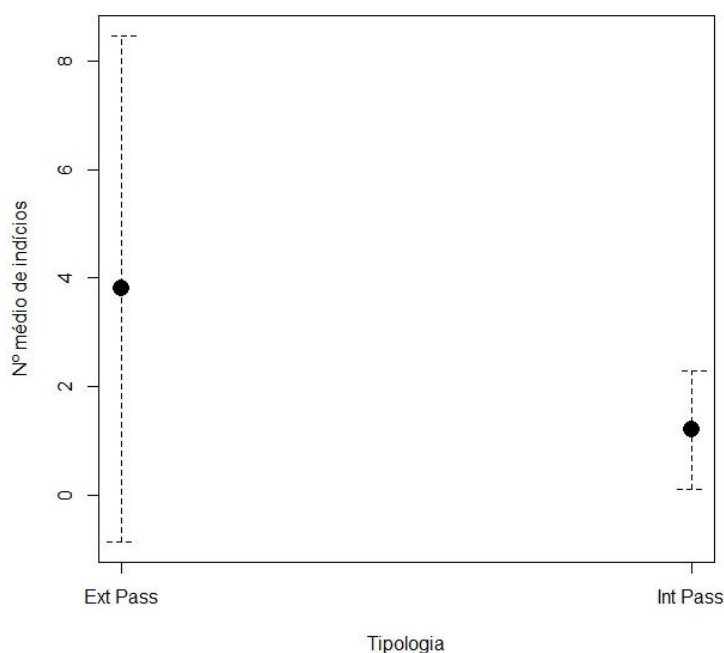


Figura 4-3 – Número médio de indícios de fauna e respetivo desvio padrão obtido nos locais de amostragem (Interior da passagem adaptada vs. Exterior da passagem adaptada) monitorizados no âmbito das MC40.b.2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte), no 2º ano da fase de exploração (2019) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT).

Tabela 4-2 - Resultados da análise GLM para a riqueza específica obtida nos locais de amostragem (Interior da passagem adaptada vs. Exterior da passagem adaptada) monitorizados no âmbito das MC40.b.2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte), no 2º ano da fase de exploração (2019) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,001$).**

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.2000	0.4899	2.449	0.0143 *
Local[T.Int Pass]	-0.6000	0.6000	-1.000	0.3173

Uma análise mais detalhada aos valores obtidos nos locais de amostragem do âmbito da MC40b2 (exterior e interior da passagem adaptada, na ponte de Brunheda), em cada uma das campanhas sucessivas do período de amostragem considerado, mostra que nas campanhas de inverno e primavera o número de indícios encontrados no exterior da passagem adaptada foi superior ao número de indícios encontrados dentro da passagem. Durante a campanha de verão não foram registados quaisquer indícios da presença de fauna no interior e no exterior da passagem adaptada. Durante as duas campanhas de outono o número de indícios detetados no interior da passagem adaptada foi superior ao número de indícios detetados no exterior da passagem adaptada (Figura 4-4 e Anexo II - Figura 6-4). Por sua vez a riqueza específica registada no exterior da passagem durante as campanhas de inverno e primavera foi superior à riqueza específica registada no interior da passagem, contrastando com a campanha de verão em que não houve nenhuma espécie registada no interior e no exterior da passagem adaptada. Durante as duas campanhas de outono, o interior e o exterior da passagem adaptada revelaram o mesmo número de espécies (Figura 4-5 e Anexo II - Figura 6-4). Na sua totalidade, o Exterior da passagem adaptada apresentou tendencialmente um maior número de indícios de fauna e uma maior riqueza específica do que o Interior da passagem adaptada (Anexo II - Figura 6-5 e Figura 6-6).

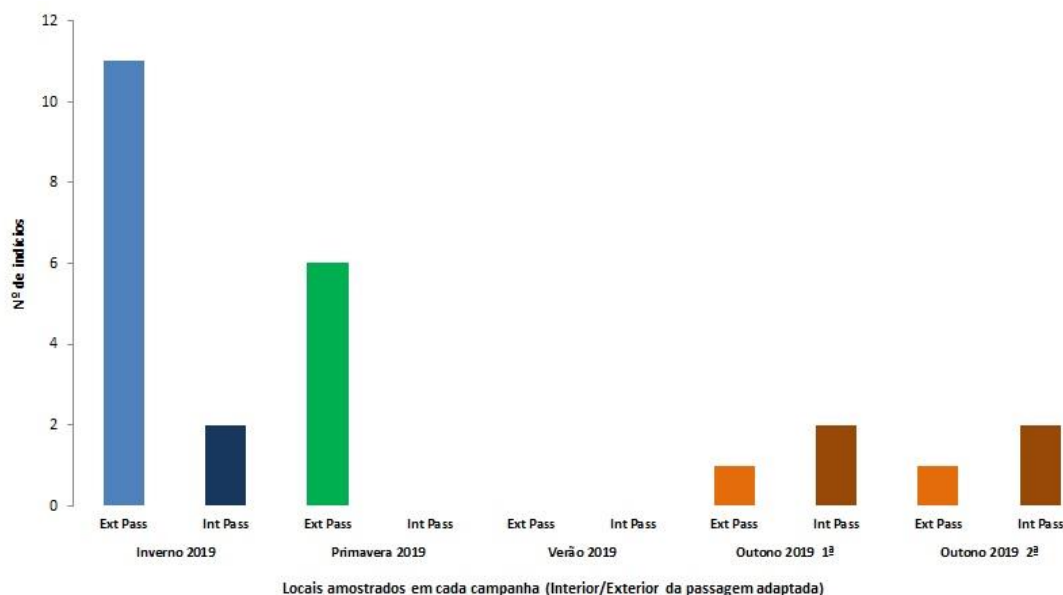


Figura 4-4 - Número total de indícios de fauna terrestre detetados no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécies de pequeno porte) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).

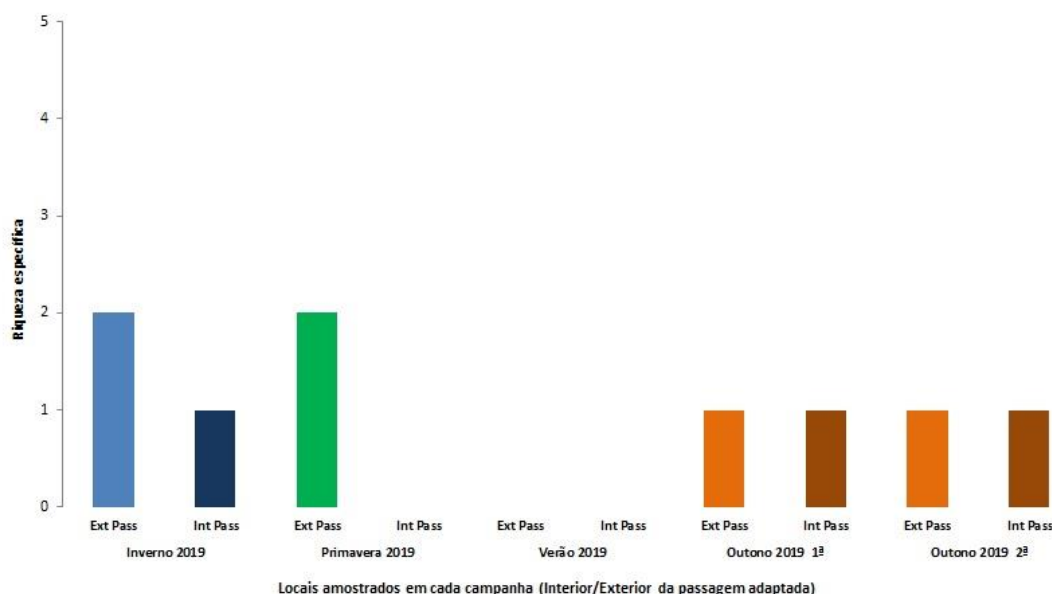


Figura 4-5 - Riqueza específica obtida no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécies de pequeno porte) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja – 1ª campanha de outono; castanho – 2ª campanha de outono).

Salienta-se o facto de não terem sido confirmados indícios do atravessamento integral de nenhum mamífero na ponte de Brunheda, quer pelo exterior da passagem, quer pelo interior da passagem, durante todo o período de amostragem. Todas as pegadas/trilhos registados encontravam-se apenas numa das extremidades da ponte (nos locais de colocação de pó-de-pedra), quer no interior quer no exterior da passagem. Globalmente, o registo de dois trilhos distintos pertencentes à mesma espécie (Cão-doméstico (*Canis lupus familiaris*)) no mesmo dia de amostragem só ocorreu no dia 12/02/2019, com um trilho a entrar na passagem e outro trilho a sair no mesmo local do interior da passagem adaptada, pelo que poderão pertencer ao mesmo indivíduo (Anexo II -Figura 6-15). Contudo, não foi registado mais nenhum outro tipo de indício (dejetos) em toda a extensão da passagem adaptada na extremidade oposta no mesmo dia, pelo que não foi possível confirmar o atravessamento completo da passagem por este indivíduo.

4.1.4 - Comparação dos resultados da MC40b1 com épocas homólogas das fases de construção, enchimento e exploração (2012-2019)

Na análise dos resultados disponíveis para ambas as pontes intervencionadas no âmbito da MC40b1 sobressai o facto da ponte de Brunheda ter um histórico de amostragens mais antigo do que a ponte de Abreiro, uma vez que as monitorizações da ponte de Brunheda tiveram início no outono de 2012 enquanto as monitorizações da ponte de Abreiro tiveram início no verão de 2014. Deste modo, a ponte de Brunheda foi amostrada ao longo de 30 campanhas correspondentes ao outono de 2012, e ao inverno, primavera, verão e outono de 2013 a 2019. Por sua

vez, a ponte de Abreiro foi amostrada ao longo de 23 campanhas relativas ao verão e ao outono de 2014, e ao inverno, primavera, verão e outono de 2015 a 2019. Em ambos os casos foi feita uma análise estatística aplicada ao nº de indícios por campanha (abundância) e ao nº de espécies por campanha (riqueza específica), entre os períodos antes e após intervenção. A sinalização vertical foi colocada nas pontes de Abreiro e Brunheda, do âmbito da MC40b1, na primavera de 2016, pelo que, para efeitos comparativos, de modo a determinar os efeitos da MC40b1, as diferentes campanhas de amostragem foram desdobradas nas tipologias Pré instalação da MC40b1 (Pré) e Pós instalação da MC40b1 (Pós). Deste modo, para a ponte de Abreiro, as campanhas do período 2014 ao inverno de 2016 foram consideradas como Pré instalação da MC40b1 e as campanhas compreendidas entre a primavera de 2016 e o outono de 2019 foram consideradas como Pós instalação da MC40b1. No caso da ponte de Brunheda, as campanhas compreendidas entre o outono de 2012 e o inverno de 2016 foram consideradas como Pré instalação da MC40b1 e as campanhas compreendidas entre a primavera de 2016 e o outono de 2019 foram consideradas como Pós instalação da MC40b1.

Os resultados da análise GLM aplicada à comparação dos valores de abundância e riqueza específica obtidos nos períodos Pré instalação vs. Pós instalação da MC40b1 na ponte de Abreiro, mostram que não é possível discriminar qualquer efeito significativo entre o número de indícios obtido durante o período de Pré instalação e o período de Pós instalação da MC40b1 (Tabela 4-3), enquanto a riqueza específica obtida no período Pós instalação da MC40b1 é significativamente superior à riqueza específica obtida no período Pré instalação da MC40b1 (Tabela 4-4 e Figura 4-6).

Tabela 4-3 - Resultados da análise GLM para o nº de indícios obtido durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2016 a 2019) na ponte de Abreiro, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; * p<0,001).**

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	3.47403	0.14566	23.850	<2e-16 ***
TIPO[T.Pre]	-0.02178	0.25842	-0.084	0.933

Tabela 4-4 - Resultados da análise GLM para a riqueza específica obtida durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2016 a 2019) na ponte de Abreiro, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; * p<0,001).**

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	3.2000	0.3183	10.052	0.0000000029 ***
TIPO[T.Pre]	-1.2000	0.5643	-2.126	0.0461 *

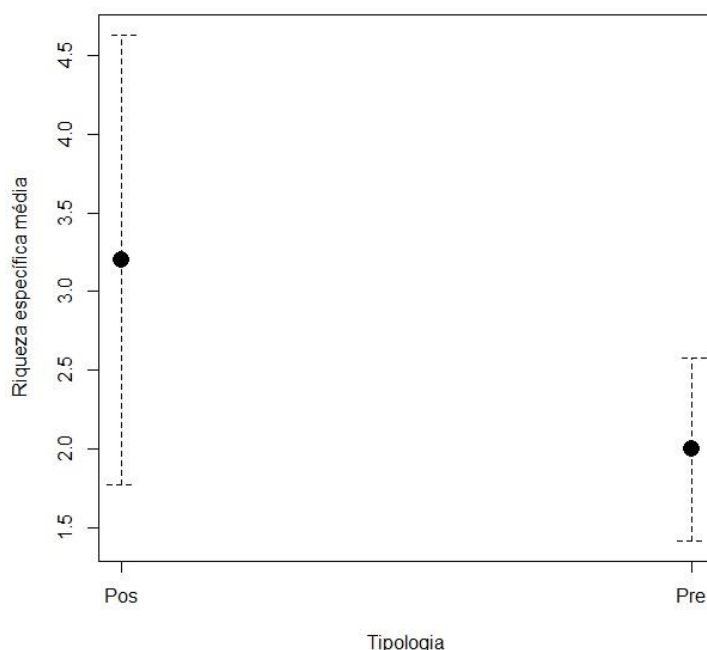


Figura 4-6 – Riqueza específica média e respetivo desvio padrão obtida na ponte de Abreiro para os períodos de Pré instalação (2014 a 2016) (Pre) e Pós instalação (2017 a 2019) (Pos) na ponte de Abreiro, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT).

Por seu turno os resultados da análise GLM aplicada à comparação dos valores de abundância e riqueza específica obtidos nos períodos Pré instalação vs. Pós instalação da MC40b1 na ponte de Brunheda, revelam não ser possível discriminar qualquer efeito significativo entre o número de indícios e a riqueza específica obtidos nos períodos de Pré instalação e Pós instalação da MC40b1 (Tabela 4-5 e Tabela 4-6).

Tabela 4-5 - Resultados da análise GLM para o nº de indícios obtido durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2017 a 2019) na ponte de Brunheda, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* p<0,05; ** p<0,01; * p<0,001).**

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.5598	0.2331	10.984	<2e-16 ***
TIPO[T.Pre]	0.3846	0.3328	1.156	0.248

Tabela 4-6 - Resultados da análise GLM para a riqueza específica obtida durante a Pré instalação (2014 a 2016) e a Pós instalação (2016 a 2019) na ponte de Brunheda, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua (AHFT) (* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,001$).**

Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.8000	0.2115	8.511	4e-09 ***
TIPO[T.Pre]	0.3429	0.3044	1.126	0.27

No que toca à taxa de mortalidade detetada quer na ponte de Abreiro quer na ponte de Brunheda não foram registados quaisquer indícios de mortalidade de fauna em 2019. Os únicos registos de mortalidade obtidos ao longo do período amostrado (Pré e Pós instalação da MC40b1) pertencem ao grupo dos anfíbios e foram registados em 2014, 2017 e 2018 (Bio3, 2014; LEA, 2019). No entanto, estes dados de mortalidade não permitem calcular verdadeiramente uma taxa de mortalidade, uma vez que não é possível relacionar o número de indivíduos mortos com o efetivo das populações respetivas, pelo que se registou apenas o número de indivíduos mortos por espécie e por campanha, nomeadamente 1 Anuro registado durante a campanha de verão de 2014, um Sapo-comum (*Bufo bufo*) e um tritão-marmorado (*Triturus marmoratus*) registados durante a 1ª campanha de outono de 2018 na ponte de Abreiro e duas salamandras-de-pintas-amarelas (*Salamandra salamandra*), uma registada na campanha de inverno de 2018 e uma registada na 2ª campanha de outono de 2018, ambas na ponte de Brunheda. A exiguidade destes dados de mortalidade relativa obtidos até à data para os períodos Pré instalação da MC40b1 e Pós instalação da MC40b1 não permitiram suportar uma comparação estatística entre estes períodos para a classe dos anfíbios. Durante o período de amostragem considerado (Pré e Pós instalação da MC40b1) não foram detetados indícios de mortalidade para os restantes grupos alvo nas pontes de Abreiro e Brunheda.

4.1.5 - Comparação dos resultados da MC40b2 com épocas homólogas da fase de exploração (2017-2019)

Uma vez que a passagem adaptada não se encontrava implementada nas fases de construção e enchimento (2012 a 2016) os dados obtidos não são estritamente comparáveis com os do período correspondente ao presente relatório (2017, 2018 e 2019). Deste modo a análise comparativa entre as tendências dos valores de abundância e riqueza específica obtidas no interior e no exterior da passagem adaptada foi feita apenas nas campanhas dos anos de monitorização após a sua instalação.

Verifica-se que o número médio de indícios registados no exterior da passagem adaptada ao longo de cada um dos anos do período considerado tem diminuído, atingindo um valor mínimo em 2019, enquanto, por sua vez, o número médio de indícios registados no interior da passagem adaptada exibiu, em termos relativos, um ligeiro aumento ao longo do mesmo período, embora com valores relativamente mais baixos (Figura 4-7).

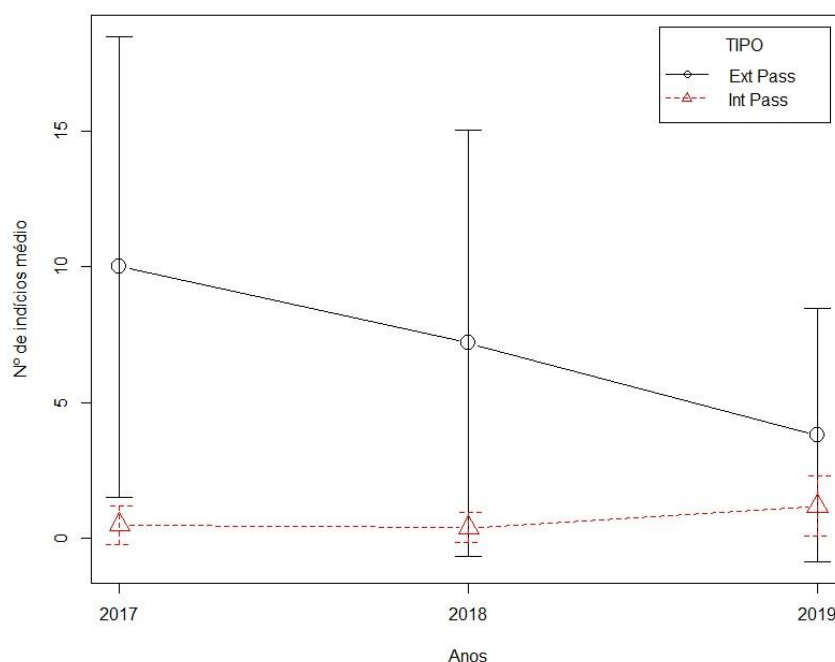


Figura 4-7 – Valores médios do nº de indícios de fauna e respetivos desvios padrão, por ano, nas tipologias Exterior da passagem adaptada e Interior da passagem adaptada, durante as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua.

Durante o mesmo período a riqueza específica média registada no exterior da passagem revelou uma oscilação, com um aumento entre 2017 e 2018, voltando a diminuir em 2019, enquanto no interior da passagem adaptada sugere um padrão mais estável, apenas com uma ligeira flutuação entre 2017, 2018 e 2019 (Figura 4-8).

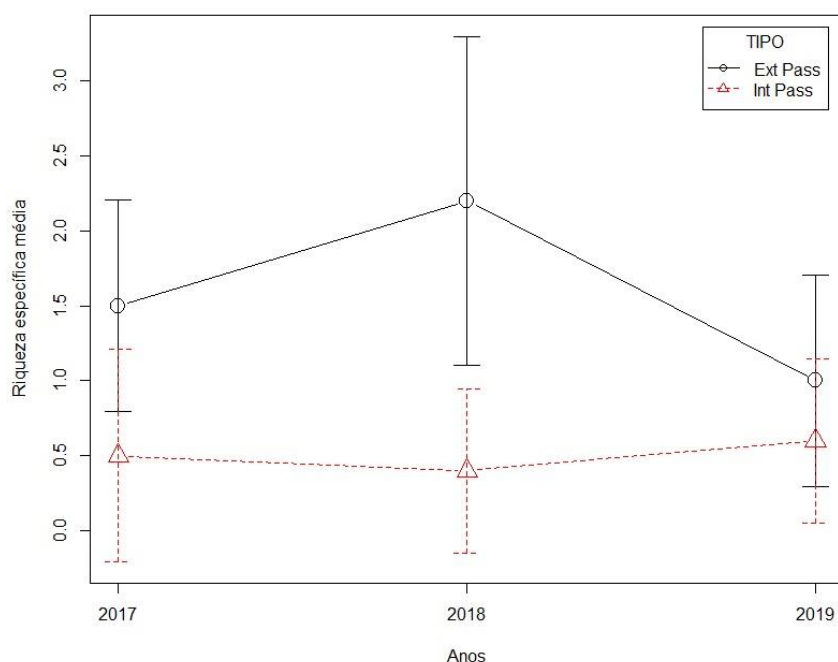


Figura 4-8 - Riqueza específica média e respetivos desvios padrão, por ano, nas tipologias Exterior da passagem adaptada e Interior da passagem adaptada, durante as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais (inverno, primavera, verão, 1ª de outono e 2ª de outono) de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua.

Apesar das oscilações nos valores de abundância de indícios de fauna e riqueza específica registados no interior e no exterior da passagem adaptada, verificadas entre os anos do período de instalação da MC40b2, os resultados das análises GLMM aplicadas ao número de indícios e à riqueza específica obtido durante as sucessivas campanhas do período considerado, não revelaram uma interação significativa entre os efeitos das tipologias consideradas (interior e exterior da passagem adaptada) e dos anos no período de monitorização considerado (Tabela 4-7 e Tabela 4-8).

Tabela 4-7 - Resultados da análise GLMM para o número de indícios (abundância) de fauna nas tipologias Exterior da passagem e Interior da passagem, entre as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais (inverno, primavera, verão, 1ª de outono e 2ª de outono) de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua (*p<0,05; ** p<0,01; * p<0,001).**

Random effects:				
Groups Name	Variance	Std.Dev.		
ID (Intercept)	0.5953	0.7715		
COD (Intercept)	0.0000	0.0000		
Number of obs: 24, groups: ID, 24; COD, 2				
Fixed effects:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.1803	0.5042	4.324	0.0000153 ***
TIPO[T.Int Pass]	-3.6289	1.1391	-3.186	0.00144 **
ANO	-0.5959	0.3700	-1.611	0.10726
TIPO[T.Int Pass]:ANO	1.2449	0.7328	1.699	0.08937 .

Tabela 4-8 - Resultados da análise GLMM para a riqueza específica de fauna nas tipologias Exterior da passagem e Interior da passagem, entre as duas campanhas de outono de 2017 e as cinco campanhas anuais (inverno, primavera, verão, 1ª de outono e 2ª de outono) de 2018 e 2019, no âmbito da MC40b2 (Promoção da passagem de espécies de pequeno porte na ponte de Brunheda), do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua (*p<0,05; ** p<0,01; * p<0,001).**

Random effects:				
Groups Name	Variance	Std.Dev.		
COD (Intercept)	2.243e-11	0.000004736		
Number of obs: 24, groups: COD, 2				
Fixed effects:				
	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.7764	0.3967	1.957	0.0503 .
TIPO[T.Int Pass]	-1.6820	0.9227	-1.823	0.0683 .
ANO	-0.2689	0.2981	-0.902	0.3671
TIPO[T.Int Pass]:ANO	0.4333	0.6275	0.691	0.4899

4.2 - DISCUSSÃO, INTERPRETAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

4.2.1 - Elementos construídos

A ausência de qualquer indício de deficiência estrutural ou degradação dos elementos construídos indica que a funcionalidade da passagem adaptada para fauna na ponte de Brunheda está assegurada.

4.2.2 - MC40b1: Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical

Como consequência do facto de a maioria dos 11 dias em que a colocação do pó de pedra ter sido inviabilizada durante o outono, com 6 dias sem registo de pegadas ou rastros, apenas observação de dejetos, os resultados podem estar fortemente condicionados e o número de indícios registado subestimados, uma vez que esta é a

época de maior dispersão das espécies de fauna, normalmente associada a uma maior presença de indícios nos locais amostrados. De facto, os resultados atípicos evidenciam este constrangimento metodológico, com as duas campanhas de outono a registarem valores de abundância de indícios inferiores aos obtidos durante as campanhas de inverno e primavera, na totalidade das pontes amostradas (Anexo II - Figura 6-1).

As características de cada uma das pontes (Abreiro e Brunheda), tais como a sua proximidade à albufeira do AHFT, o habitat da área envolvente, com diferentes níveis de pressão humana, e as características estruturais das mesmas (*e.g.*, comprimento, largura) podem ter contribuído para as diferenças nos valores de abundância média e riqueza específica obtidos (Anexo II - Figura 6-3 e Figura 6-4). De facto, Mata *et al.* (2008) referem que a largura das passagens superiores (pontes) é um fator importante na sua seleção por parte da fauna, bem como o seu grau de utilização por pessoas e por animais domésticos (*e.g.*, pontes, túneis), com uma tendência para maiores valores de abundância de animais silvestres nas passagens (incluindo as pontes rodoviárias) onde a atividade humana é mais reduzida (Rodriguez *et al.*, 1996; Clevenger e Waltho, 2005). Numa perspectiva geral, o facto de a ponte de Brunheda ter uma menor abundância de indícios e um menor número de espécies presentes no seu tabuleiro do que a ponte de Abreiro na totalidade das campanhas de amostragem, pode estar relacionado com o facto de a ponte de Brunheda ter um maior comprimento comparativamente à ponte de Abreiro. No entanto, tal como referido anteriormente pode haver uma influência de outros factores inerentes aos locais de amostragem cuja relação com o número de indícios e riqueza específica não foi analisada no âmbito desta monitorização.

Visto que os episódios de mortalidade detetada de fauna em 2019 foram nulos nas duas pontes (Abreiro e Brunheda), a relação entre a ausência de mortalidade detetada em cada uma das pontes e os valores de abundância média de indícios e riqueza específica, obtidos para ambas as pontes, será sempre de interpretação limitada. Esta evidência parece sugerir que as diferenças verificadas na abundância de indícios e respetiva riqueza específica se possam dever mais a fatores exógenos à instalação da sinalização vertical no âmbito da MC40b1, tais como a estrutura e enquadramento de cada uma das pontes e a atividade humana (*e.g.* intensidade de tráfego) em cada uma delas.

4.2.3 - MC40b2: Promoção da passagem de espécies de pequeno porte através da transformação da berma na ponte de Brunheda

Tal como referido no capítulo 4.2.2 salienta-se que na maioria dos 11 dias em que a colocação do pó de pedra foi inviabilizada ocorreu no outono, com 6 dias sem registo de pegadas ou rastros, apenas observação de dejetos, pelo que os resultados estarão subestimados no que respeita ao número de indícios registado, uma vez que esta é a época de maior dispersão das espécies de fauna, associada a uma maior presença de indícios de fauna nos locais amostrados. De facto, contrariamente ao esperado, os resultados apontam em cada uma das duas campanhas de outono para valores de abundância de indícios inferiores aos obtidos durante as campanhas de inverno e primavera, no interior e no exterior da passagem adaptada na ponte de Brunheda (Anexo II - Figura 4-4).

A análise estatística efetuada aos valores de abundância e riqueza específica obtidos na monitorização do tabuleiro da ponte de Brunheda, durante o 2º ano de instalação da passagem adaptada para fauna no âmbito da MC40, permite verificar que não existe uma diferença estatística na riqueza específica entre o interior e o exterior da passagem adaptada uma vez que foram encontrados indícios pertencentes a duas espécies ou complexos de espécies, o Cão-doméstico (*Canis lupus familiaris*) e a Marta/Fuinha (*Martes martes/Martes foina*), um número relativamente próximo das três espécies registadas no exterior da passagem adaptada. Um dos dejectos de

Marta/Fuinha (*Martes martes/Martes foina*) registados no interior da passagem adaptada foi encontrado a aproximadamente 5 metros da entrada desta (na entrada situada no concelho de Carrazeda de Ansiães), sendo o indício de fauna registado a maior distância no interior da passagem adaptada até à data, o que poderá indicar que este complexo de espécies será o que se está a adaptar melhor à passagem no 2º ano de implementação da mesma. Ainda assim não foi possível confirmar o atravessamento efetivo da passagem. Apesar de se notar uma maior presença de indícios de fauna no interior da passagem adaptada durante o seu 2º ano de implementação em relação ao 1º ano, os resultados da análise estatística mostram que o nº de indícios registados no exterior da passagem continua a ser significativamente superior ao registado no seu interior em 2019, o que significa que apesar de se notar um incremento no nº de indícios de fauna no interior da passagem, a maioria das espécies que utilizam a ponte de Brunheda fazem-no pelo exterior da passagem.

Segundo os critérios definidos no capítulo 3.4.2 não foi confirmado o atravessamento integral da ponte de Brunheda por nenhum animal, quer pelo interior quer pelo exterior da passagem adaptada. As pegadas detetadas num dos locais de amostragem (pó de pedra) no interior da passagem adaptada, sugerem que um Cão-doméstico (*Canis lupus familiaris*) poderá ter entrado e saído da passagem pelo mesmo local durante a mesma noite/dia (Anexo II - Figura 6-15). Neste contexto, a confirmação definitiva do atravessamento integral desta passagem adaptada pela fauna (essencialmente pelos mamíferos) só será possível com recurso à armadilhagem fotográfica, razão pela qual se recomenda a criação de condições na estrutura da passagem que permitam a instalação das câmaras de foto armadilhagem minimizando o risco de serem facilmente furtadas, idealmente com efeitos práticos já nas próximas campanhas de monitorização da MC40b2.

As espécies de mamíferos detetadas no interior da passagem correspondem apenas a espécies de menor porte, nomeadamente a Marta/Fuinha e Cão de pequeno porte, em contraste com os indivíduos das espécies de médio porte detetadas no exterior da passagem adaptada como o Cão/Lobo (*Canis lupus familiaris/Canis lupus signatus*) (de grande porte) e Raposa. Estes resultados corroboram as conclusões obtidas por Mata *et al.* (2005), num estudo sobre a utilização de passagens numa autoestrada no norte de Espanha, onde verificaram que o tamanho dos mamíferos está diretamente relacionado com a dimensão (largura ou abertura) das passagens que estes utilizaram. Mata *et al.* (2008) referem também que a largura das passagens associadas a rodovias é um fator estrutural importante para a sua seleção e utilização pela fauna, podendo ser este um dos motivos pelos quais a abundância e riqueza específica são significativamente superiores no exterior da passagem adaptada, onde a largura da ponte (estrada e passeio) é maior do que no interior da passagem adaptada com uma largura substancialmente menor. No entanto, como se trata do 2º ano da construção desta passagem, poderá estar a ocorrer um efeito de habituação por parte da fauna, como sugerem os dados de abundância de indícios, pelo que as futuras campanhas de monitorização permitirão aferir com maior precisão se a eficácia desta medida está a surtir o efeito pretendido.

4.2.4 - Comparação dos resultados da MC40b1 com épocas homólogas das fases de construção, enchimento e exploração (2012-2019)

Os resultados dos testes aplicados não revelam a existência de diferenças significativas na abundância de indícios e na riqueza específica entre os períodos de Pré instalação e de Pós instalação da MC40b1, pelo que não foi possível, com as séries de dados disponíveis, perceber para já um efeito da sinalização vertical instalada na abundância de indícios e riqueza específica da fauna detetada na ponte de Brunheda durante o período considerado (2012 a 2019). Os testes estatísticos aplicados aos dados obtidos na ponte de Abreiro não permitem discriminar uma

diferença significativa na abundância de indícios de fauna entre os períodos de Pré instalação da MC40b1 e de Pós instalação da MC40b1. No entanto, os resultados dos testes estatísticos indicam que a riqueza específica no período Pós instalação da MC40b1 foi significativamente superior à riqueza específica do período Pré instalação da MC40b1 na ponte de Abreiro, o que indica que foi registado um maior número de espécies presentes na ponte de Abreiro após a instalação da sinalização vertical.

Adicionalmente, como os episódios de mortalidade de mamíferos e répteis foram nulos, quer ao longo do período de Pré instalação da MC40b1 quer ao longo do período de Pós instalação da MC40b1, não foi possível discriminar para já um efeito óbvio imputável à sinalização instalada na mortalidade detetada, uma vez que não ocorreu nenhuma variação da mesma entre as duas fases consideradas. No caso do grupo dos anfíbios, a mortalidade detetada ao longo do período monitorizado (2104 a 2019 em Abreiro e 2012 a 2019 em Brunheda) sugere que será sobre este grupo faunístico que os efeitos da instalação da sinalização vertical se poderão fazer sentir de forma mais promissora.

Atendendo ao curto período de implementação da medida MC40b1 considera-se que será essencial a obtenção de séries temporais de dados mais robustas, durante as futuras campanhas da fase de exploração, para uma análise mais consistente da eficácia da sinalética vertical instalada no âmbito da MC40b1. Não obstante a ausência de mortalidade detetada de mamíferos e répteis ser um indício positivo, as estimativas de mortalidade tendem a estar subvalorizadas quando se definem as medidas de mitigação (Jackson & Fahrig, 2011), pelo que será da maior importância confirmar futuramente esta tendência e precaver a redução da taxa de mortalidade nestes locais caso venham a ocorrer. De facto, com a diminuição do número de locais de atravessamento provocada pelo enchimento da albufeira do AHFT, o afunilamento para as passagens disponíveis pode intensificar a sua procura pela fauna terrestre e, por essa via, aumentar o risco potencial de mortalidade nestas pontes, podendo ter um efeito cumulativo (a par do efeito barreira provocado pela albufeira) que deverá continuar a ser alvo de monitorização de forma a prevenir a redução da diversidade das populações que ocorrem na área envolvente do AHFT.

4.2.5 - Comparação dos resultados da MC40b2 com épocas homólogas das fases de construção, enchimento e exploração (2012-2019)

Os resultados da análise GLMM para o nº de indícios de fauna e riqueza específica obtidos ao longo do período de instalação da MC40b2 (2017 a 2019) não permitem discriminar um efeito na abundância de indícios e a riqueza específica entre o interior e o exterior da passagem adaptada e os anos de monitorização, pelo que em 2019 não é possível percecionar qualquer efeito na eficácia da passagem adaptada. No entanto, os dados mostram que apesar de terem sido registados poucos indícios e um número reduzido de espécies no interior da passagem, quer a abundância de indícios média quer a riqueza específica média exibiram um indício de ligeiro aumento entre 2018 e 2019, enquanto no exterior da passagem adaptada os respetivos valores sofreram claramente uma diminuição (Figura 4-7 e Figura 4-8). Apesar destes dados sugerirem uma eventual habituação à passagem adaptada por parte da fauna ao longo do seu período de implementação é prematura para já qualquer conclusão definitiva quanto à sua eficácia, uma vez que se devem considerar os factores exógenos como a precipitação, que impossibilitou a obtenção de pegadas e rastros durante a maior parte do período de amostragem das campanhas de outono, o período no qual se esperava uma maior abundância de indícios na ponte de Brunheda (uma vez que é a época de dispersão da maioria das espécies de fauna), pelo que o número de indícios registado poderá ter ficado muito abaixo do que realmente poderia ter sido detetado.

4.3 - AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS ADOTADAS PARA EVITAR, REDUZIR OU COMPENSAR OS IMPACTES OBJETO DE MONITORIZAÇÃO

Dado tratar-se de um relatório especificamente sobre Medidas Compensatórias, a avaliação da eficácia das medidas adotadas para evitar, reduzir ou compensar os impactes imputáveis ao AHFT não é completamente aplicável neste contexto alargado. A avaliação das medidas de compensação está descrita no capítulo 3.7 e discutida no capítulo 4.2 do presente relatório de monitorização.

4.4 - COMPARAÇÃO COM AS PREVISÕES EFETUADAS NOS PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO E DE PÓS-AVALIAÇÃO

Na ausência de previsões previamente definidas nos procedimentos de avaliação que permitam comparar a eficácia das medidas de compensação em avaliação, esta comparação com os resultados da pós-avaliação não é aplicável.

4.5 - AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DOS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

Tendo em consideração os resultados obtidos até à data, a eficácia dos métodos padronizados de amostragem utilizados no âmbito deste relatório foi a espectral, cumprindo os requisitos exigidos desde que em condições climáticas favoráveis. Contudo, como tal nem sempre é possível de acautelar, torna-se recomendável a adequação e/ou alteração dos procedimentos metodológicos estipulados no PIMA para o descritor e contexto em causa, nomeadamente os que possibilitem a instalação segura de câmaras de foto-armadilhagem, através da criação de condições na estrutura da passagem que permitam a sua instalação minimizando o risco de estas serem facilmente furtadas ou danificadas.

4.6 - COMPARAÇÃO DE RESULTADOS COM DADOS HISTÓRICOS

A comparação dos resultados obtidos no âmbito dos trabalhos desenvolvidos durante o 2º ano da fase de exploração do AHFT com os dados históricos disponíveis das fases anteriores deste empreendimento está descrita no capítulo 4.2 do presente relatório de monitorização.

5 - CONCLUSÕES

5.1 - SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DOS IMPACTES OBJETO DE MONITORIZAÇÃO E DA EFICÁCIA DAS MEDIDAS ADOTADAS

No cômputo geral, os resultados obtidos na avaliação da eficácia das Medidas Compensatórias preconizadas ao abrigo da MC40b1 e MC40b2, de acordo como os critérios de avaliação definidos para cada uma delas, produziram indicações ainda pouco esclarecedoras quanto à respetiva eficácia.

Embora na ausência de valores de referência para a mortalidade monitorizada, que permitam estipular um valor a partir do qual a redução da mortalidade possa ser indicadora da eficácia da sinalização instalada no âmbito da MC40b1, os valores residuais de mortalidade detetada, exclusivamente no grupo dos anfíbios, antes e depois da instalação da sinalização (Pré e Pós implementação da MC40b1) é um bom indício que, no entanto, não permite, para já, uma interpretação diretamente relacionada com a eficácia da medida MC40b1.

As diferenças estatisticamente significativas verificadas nos valores de abundância de indícios de fauna entre o interior e o exterior da passagem adaptada na ponte de Brunheda no âmbito da MC40b2 sugerem que a eficácia da medida MC40b2 ainda não se fez sentir durante o seu 2º ano de implementação, algo que deve ser analisado futuramente numa perspetiva dinâmica, nomeadamente tendo em consideração o tempo de habituação da fauna alvo desta medida.

Globalmente, esta performance inicial seria de alguma forma expectável face aos constrangimentos sinalizados, uma vez que as medidas de compensação abrangidas pela MC40b foram instaladas muito recentemente (MC40b1 em 2016 e MC40b2 em 2017) sendo de esperar uma crescente adaptação quer dos condutores no caso da sinalização vertical instalada (MC40b1) nas pontes de Abreiro e Brunheda, quer da fauna (essencialmente dos mamíferos) no caso da passagem adaptada na ponte de Brunheda (MC40b2).

Tendo em conta o período de monitorização a que diz respeito este relatório (2º ano da fase de exploração) e o histórico de monitorização da MC40b, os constrangimentos acima referidos e a variabilidade contextual em que decorreu a amostragem, a continuidade do programa de monitorização definido no PIMA é um imperativo de médio/longo prazo para a interpretação e avaliação rigorosas da eficácia destas medidas, de modo a quantificar os eventuais efeitos cumulativos produzidos pela implementação integrada das mesmas.

5.2 - PROPOSTA DE NOVAS MEDIDAS DE MITIGAÇÃO E ALTERAÇÃO OU DESATIVAÇÃO DE MEDIDAS JÁ ADOTADAS

Relativamente ao plano de monitorização da MC40b, os resultados obtidos demonstraram ser prematura qualquer proposta no sentido de se alterar ou desativar medidas de mitigação já previstas assim como propor a criação de novas medidas de mitigação.

5.3 - PROPOSTA DE REVISÃO DOS PROGRAMAS DE MONITORIZAÇÃO E DA PERIODICIDADE DOS FUTUROS RELATÓRIOS DE MONITORIZAÇÃO

O Programa Integrado de Monitorização Ambiental (PIMA), no qual se integra este Plano de Monitorização da Medida Compensatória MC40b, está a ser implementado numa base participativa, incluindo a equipa de

monitorização da UTAD, EDP, CIBIO, ICNF e APA, pelo que se afigura prematuro, nesta fase, propor qualquer alteração adicional ao PIMA em geral ou no âmbito desta MC em particular.

6 - ANEXOS

ANEXO I – BIBLIOGRAFIA

- Bates D., Maechler M., Bolker., Walker S. 2015. Fitting linear mixed-model effects using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
- Bencatel J., Álvares F., Moura A. E. & Barbosa A. M. (eds). 2017. Atlas de Mamíferos de Portugal. Universidade de Évora. Portugal.
- Bio3. 2011. Programa de Monitorização Ecológica – Fauna. Relatório de Monitorização Anual: Ano 0 (2010/2011). Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. EDP, 2011. 396pp.
- Bio3. 2012. Programa de Monitorização Ecológica – Fauna. Relatório de Monitorização Anual: Ano 1 (2011/2012). Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. EDP, 2012. 430pp.
- Bio3. 2013. Programa de Monitorização Ecológica – Mamíferos terrestres. Relatório de Monitorização Anual: Ano 2 (Fase de Construção) Outono 2012/ Verão 2013. Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. PM02.RMA03.FN.01. 59pp.
- Bio3. 2014. Programa de Monitorização Ecológica – Mamíferos terrestres. Relatório de Monitorização Anual - Ano 3 (Fase de Construção) Outono 2013/ Verão 2014. Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. PM02.RMA04.FN.01. 62pp.
- Bio3. 2015. Programa de Monitorização Ecológica – Mamíferos terrestres Relatório de Monitorização Anual - Ano 4 (Fase de Construção) Outono 2014/ Verão 2015. Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. PM02.RMA05.FN.01. 76pp.
- Bioinsight. 2016. Programa de Monitorização Ecológica da Fauna (PM2) – Mamíferos. Relatório de Monitorização Anual - Ano 5 (Fase de Construção e Enchimento) Outono 2015/ Verão 2016. Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. PM02.RMA06.FN.01. 65pp.
- Bioinsight. 2017a. Programa de Monitorização Ecológica da Fauna (PM2) – Mamíferos. Relatório da campanha de inverno - Ano 6 (Fase de Enchimento) Inverno 2017. Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. PM02.RM16.FN.01. 27pp.
- Bioinsight. 2017b. Programa de Monitorização Ecológica da Fauna – Relatório de Monitorização da Medida MCE40 B.1 – 2017. Acompanhamento Ecológico da Fauna. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. - MCs Fauna – Relatório de monitorização da medida MCE40. 24pp.
- Clevenger A. P. & Waltho N. 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation*, 121. Pp 453 - 464.
- EDP. 2015. Medida compensatória MC40.B.1 Minimização do risco de atropelamento nas pontes da Brunheda e do Abreiro – Colocação da sinalização rodoviária. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. Novembro de 2015. 14pp.

- EDP. 2017. Medida compensatória MC40.B.2 – Promoção da passagem de espécies de pequeno porte. Projeto de execução. Abril de 2017. 49pp+Anexos.
- EDP. 2019. Programa Integrado de Monitorização Ambiental (PIMA) - Revisão 02. Fase de Exploração. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua. *EDP-Gestão da Produção de Energia, S.A., 2019. p.88.*
- Fox J. 2005. The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of statistical Software*, 14(9): 1-42.
- Fox J., Bouchet-Valat, M. 2017. Rcmdr: R commander. R package version 2.5.1.
- Fox, J. 2017. Using the R commander, a Point-and-Click Interface for R. Chapman and Hall/CRC Press.
- Harrison X. A. 2014. Using observational random effects to model overdispersion in count data in ecology and evolution. *PeerJ* 2:e616 doi.org/10.7717/peerj.616.
- Herrero J., Kranz A., Skumatov D., Abramov A.V., Maran T. & Monakhov V.G. 2016. *Martes martes*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T12848A45199169. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-1.RLTS.T12848A45199169.en>. Downloaded on 4 February 2019.
- Hurlbert, S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs*, 54, 187–211.
- Jackson N. D. & Fahrig L. 2011. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological conservation*, 144. Pp 143-148.
- LEA, 2019. Relatório de Monitorização da MC40 – Fragmentação de habitats: Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre. Fase de Exploração (Ano 2018). Relatório Final (RMMC40.01.01). Junho de 2019. Relatório realizado pela equipa do Laboratório de Ecologia Aplicada (LEA), da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), para a EDP no âmbito do Programa Integrado de Monitorização Ambiental. Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua. 26pp + Anexos.
- Mata C., Hervás I., Herranz J., Suárez F., Malo J. E. 2005. Complementary use of crossing structures along a fenced Spanish motorway. *Biological Conservation*, 124. Pp 397- 405.
- Mata C., Hervás I., Herranz J., Suárez F., Malo J. E. 2008. Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road crossing structures on a Spanish motorway. *Journal of Environmental Management*, 88. Pp 407-415.
- O'Hara R. B. & Kotze D. J. 2010. Do not log-transform count data. *Methods in Ecology and Evolution*, 1: 118–122.
- Palomares F, Godoy JA, Piriz A, O'Brien SJ, Johnson WE (2002) Faecal genetic analysis to determine the presence and distribution of elusive carnivores: Design and feasibility for the Iberian lynx. *Molecular Ecology*, 11, 2171–2182.
- Pimenta V., Barroso I., Álvares F., Correia J., Ferrão da Costa G., Moreira L., Nascimento J., Petrucci-Fonseca F., Roque S. & Santos E. 2005. Situação populacional do Lobo em Portugal: resultados do Censo Nacional 2002/2003. Relatório Técnico. Instituto de Conservação da Natureza/Grupo Lobo. Lisboa, 158pp+Anexos.
- Profico Ambiente. 2010. Relatório de conformidade ambiental do projeto de execução (REACAPE) do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz-Tua (AHFT). Volume II – Relatório técnico. Junho de 2010. EDP. 156pp+Anexos.

- Putman, R.J., Langbein, J., Staines, B. (2004). Deer and road traffic accidents: A review of mitigation measures: cost and cost-effectiveness. Report for the Deer Commission for Scotland (Contract RP23A).
- Raid F. Helgen K., Kranz A. 2016. *Mustela erminea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T29674A45203335. . Downloaded on 23 December 2019.
- Rodriguez A., Crema G., Debiles M. 1996. Use of non-wildlife passages across a high speed railway by terrestrial vertebrates. *Journal of Applied ecology*, 33. Pp 1527 - 1540.
- Smith R. S., Smith T. M. 2000. Elements of Ecology (4th editipn). *Addison-Wesley*. ISBN: 9780321042965.
- Team, R Core. 2017. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria*. URL <https://www.R-project.org/>.
- Wickham H. 2009. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. *Springer-Verlag*. New York.
- Yamaguchi N., Kitchener A., Driscoll C. & Nussberger B. 2015. *Felis silvestris*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T60354712A50652361. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T60354712A50652361.en>. Downloaded on 4 February 2019.
- Zar, J. H. 2010. Biostatistical Analisis. Fifth edition. 944 p. *Prentice Hall*.

ANEXO II – TABELAS E FIGURAS ADICIONAIS

Tabela 6-1 - Identificação, tipologia e coordenadas dos locais de amostragem da MC40b1-2 (Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre).

Identificação do local	Estrada	Amostra	Coordenadas (ETRS 1989 Portugal TM06)	
			X	Y
Ponte de Abreiro	N314	Intervenção	71548	186942
Ponte de Brunheda	N314	Intervenção	64754	184517

Tabela 6-2 - Dias em que a amostragem com recurso ao pó de pedra foi inviabilizada (* devido à precipitação; ** devido ao vento forte), em todos os locais de amostragem da MC40b1-2 (Potenciação de locais de atravessamento da fauna terrestre).

Época de amostragem	Mês de amostragem	Dias sem realização da amostragem através do pó de pedra
Primavera 2019	Junho	17, 18, 19 e 20 *
Verão 2019	Setembro	10 **
Outono 2019	Novembro	25 e 26 *
	Dezembro	16, 17, 18, 19 e 20 *

Tabela 6-3 - Número e tipo de indícios detetados na ponte, número de indivíduos mortos e o número de atravessamentos prováveis por espécie, assim como a riqueza específica, em cada local de amostragem da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) por época de amostragem, durante o período considerado (inverno de 2019 a outono de 2019).

Campanha	ID do Local	Riqueza Específica	Espécie	Nº indícios		Nº Indivíduos mortos	Nº Atravessamentos prováveis
				Dejetos	Pegadas/ Trilho		
Inverno 2019	Ponte de Abreiro	5	<i>Canidae</i>	1	0	0	0
			<i>C. lupus familiaris</i>	1	2	0	0
			<i>F. silvestris/F. catus</i>	0	1	0	0
			<i>Indeterminada</i>	1	1	0	0
			<i>M. foina/M. martes</i>	13	2	0	0
			<i>M. meles</i>	0	1	0	0
			<i>M. nivalis/M. erminea</i>	1	0	0	0
	Ponte de Brunheda	2	<i>Canidae</i>	10	1	0	0
			<i>C. lupus familiaris</i>	0	4	0	1
			<i>M. foina/M. martes</i>	4	2	0	0
Primavera 2019	Ponte de Abreiro	4	<i>Canidae</i>	3	0	0	0
			<i>G. geneta</i>	0	2	0	0
			<i>Indeterminada</i>	1	3	0	0
			<i>M. foina/M. martes</i>	19	0	0	0
			<i>M. meles</i>	1	0	0	0
			<i>Mustelinae</i>	1	0	0	0
			<i>V. vulpes</i>	4	0	0	0
	Ponte de Brunheda	2	<i>Carnivora</i>	1	0	0	0
			<i>Indeterminada</i>	2	0	0	0



Campanha	ID do Local	Riqueza Específica	Espécie	Nº indícios		Nº Indivíduos mortos	Nº Atravessamentos prováveis
				Dejetos	Pegadas/ Trilho		
Verão 2019	Ponte de Abreiro	2	<i>Mustelinae</i>	1	0	0	0
			<i>V. vulpes</i>	2	0	0	0
			<i>C. lupus familiaris</i>	0	1	0	0
			<i>G. geneta</i>	0	3	0	1
			<i>Indeterminada</i>	2	0	0	0
			<i>M. foina/M. martes</i>	10	7	0	2
			<i>V. vulpes</i>	1	1	0	0
Outono 2019 1ª	Ponte de Brunheda	0	-	0	0	0	0
	Ponte de Abreiro	3	<i>G. geneta</i>	1	0	0	0
			<i>Indeterminada</i>	1	0	0	0
			<i>M. foina/M. martes</i>	13	0	0	0
			<i>V. vulpes</i>	4	0	0	0
Outono 2019 2ª	Ponte de Brunheda	1	<i>M. foina/M. martes</i>	6	0	0	0
	Ponte de Abreiro	3	<i>C. lupus familiaris</i>	1	0	0	0
			<i>Indeterminada</i>	2	0	0	0
			<i>M. foina/M. martes</i>	2	0	0	0
			<i>V. vulpes</i>	1	0	0	0
	Ponte de Brunheda	2	<i>M. foina/M. martes</i>	3	0	0	0

Tabela 6-4 - Número e tipo de indícios detetados, número de atravessamentos prováveis, por espécie, assim como a riqueza específica, no interior e exterior da passagem construída na ponte de Brunheda, por época de amostragem, durante o período considerado (inverno de 2019 a outono de 2019), no âmbito da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécie de pequeno porte).

Época	ID do Local	Riqueza Específica	Espécie	Nº indícios			Nº Atravessamentos prováveis
				Dejetos	Pegadas/ Trilho	Indivíduo morto	
Inverno 2019	Interior passagem	1	<i>C. lupus familiaris</i>	0	2	0	0
	Exterior passagem	2	<i>C. lupus familiaris/V. vulpes</i>	0	4	0	1
			<i>Canídeo</i>	0	1	0	0
			<i>C. lupus familiaris</i>	0	2	0	0
Primavera 2019	Interior passagem	0	-	0	0	0	0
	Exterior passagem	2	<i>Carnívora</i>	1	0	0	0
			<i>V. vulpes</i>	2	0	0	0
			Mustelinae	1	0	0	0
			Indeterminada	2	0	0	0
Verão 2019	Interior passagem	0	-	0	0	0	0
	Exterior passagem	0	-	0	0	0	0
Outono 2019 1ª	Interior passagem	1	<i>M. foina/M. martes</i>	2	0	0	0
	Exterior passagem	1	<i>M. foina/M. martes</i>	1	0	0	0
Outono 2019 2ª	Interior passagem	1	<i>M. foina/M. martes</i>	2	0	0	0
	Exterior passagem	1	<i>M. foina/M. martes</i>	1	0	0	0

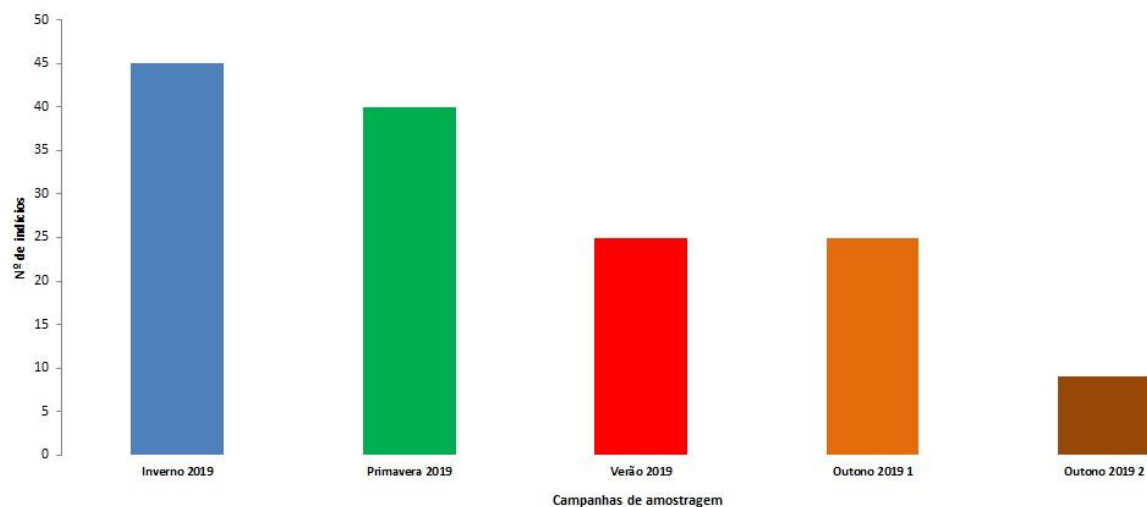


Figura 6-1 - Número de indícios de fauna terrestre registado em cada uma das campanhas do período de amostragem (inverno de 2019 a outono de 2019) na totalidade das pontes amostradas (Ponte de Abreiro e Ponte de Brunheda), no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja e castanho – outono).

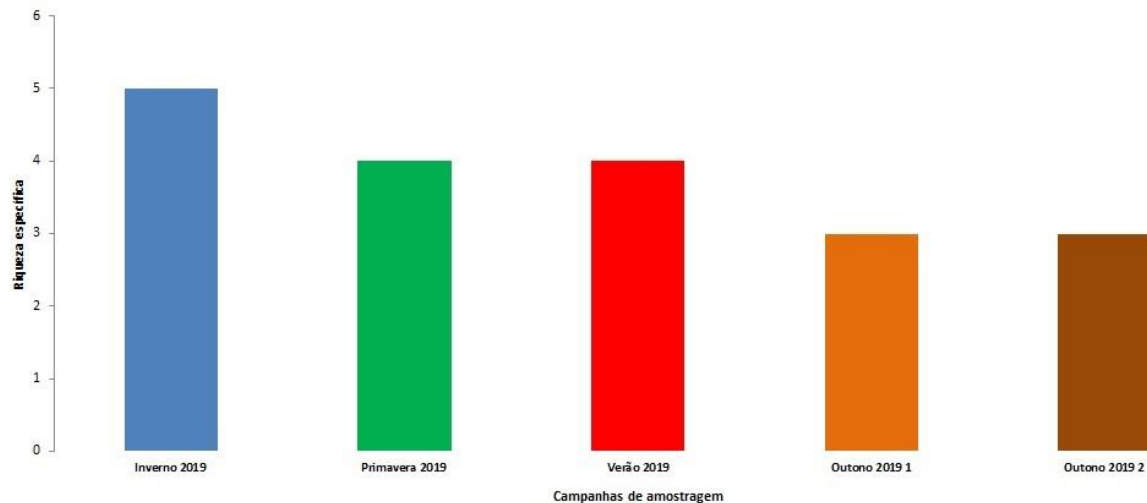


Figura 6-2 - Número total de espécies de fauna terrestre (Riqueza específica) registadas em cada uma das campanhas do período de amostragem (outono de 2017 a outono de 2018) na totalidade das pontes amostradas (Ponte de Abreiro e Ponte de Brunheda) no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT. (As cores representam as diferentes estações do ano: azul – inverno; verde – primavera; vermelho – verão; laranja e castanho – outono).

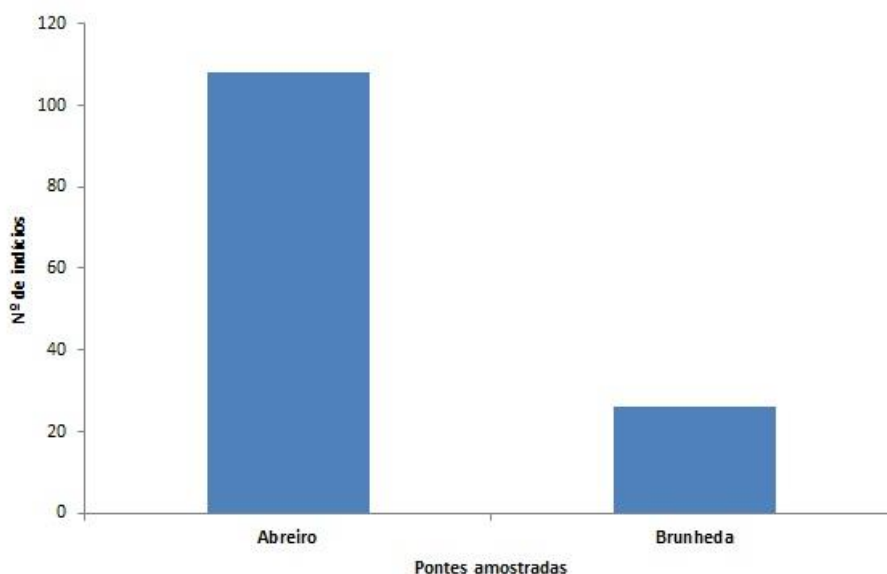


Figura 6-3 – Número de indícios de fauna terrestre registados em cada uma das pontes amostradas (ponte de Abreiro e ponte de Brunheda), durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT.

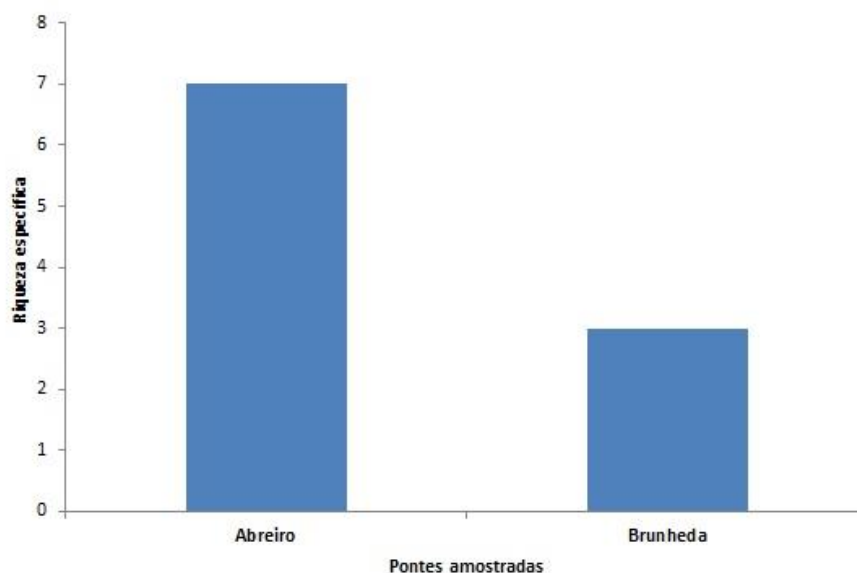


Figura 6-4 - Número total de espécies de fauna terrestre (Riqueza específica) registados em cada uma das pontes amostradas (Ponte de Abreiro e Ponte de Brunheda), durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b1 (Minimização do risco de atropelamento nas pontes de Abreiro e Brunheda através da colocação de sinalização vertical) do AHFT.

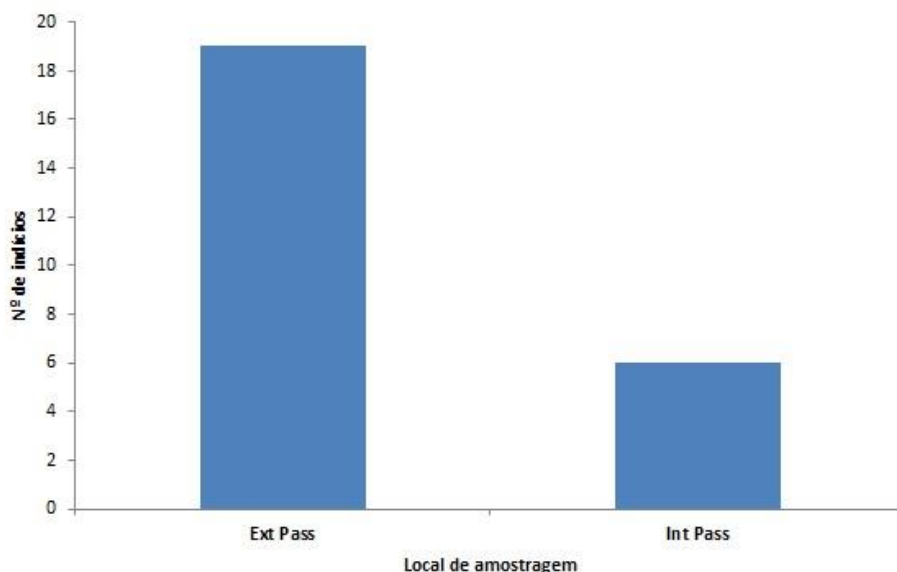


Figura 6-5 – Número de indícios registados no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécie de pequeno porte) do AHFT.

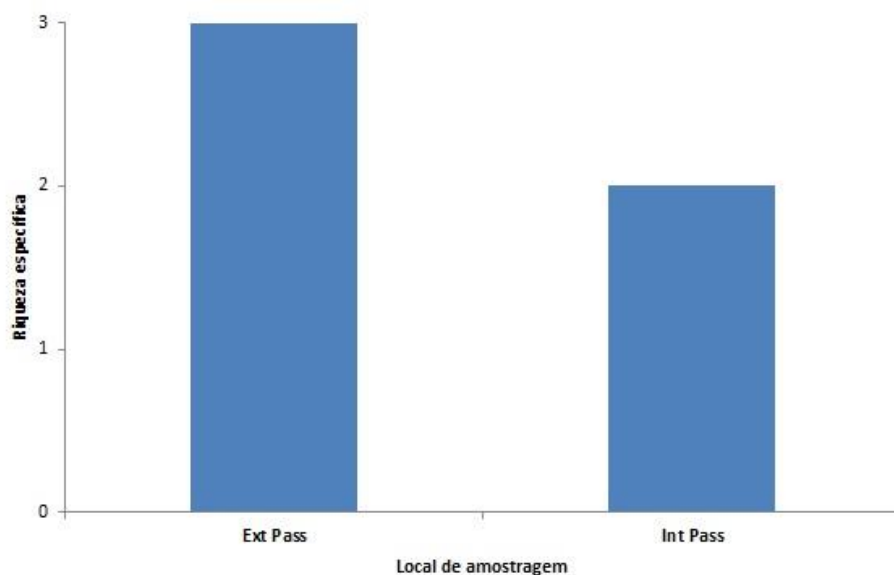


Figura 6-6 – Riqueza específica obtida no exterior da passagem adaptada para fauna (Ext Pass) e no interior da passagem adaptada para fauna (Int Pass), na ponte de Brunheda, durante as cinco campanhas de 2019, no âmbito da MC40b2 (Transformação da berma para promoção da passagem de espécie de pequeno porte) do AHFT.



Figura 6-7 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Abreiro (N314), na margem direita do rio Tua (concelho de Mirandela) (21-06-2019).



Figura 6-8 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Abreiro (N314), na margem direita do rio Tua (concelho de Mirandela) (21-06-2019).



Figura 6-9 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Brunheda (N314), na margem direita da albufeira do AHFT (concelho de Murça) (21-06-2019).



Figura 6-10 - Sinalização vertical instalada no âmbito da MC40b1 na ponte de Brunheda (N314-1), na margem esquerda da albufeira do AHFT (concelho de Carrazeda de Ansiães) (21-06-2019).



Figura 6-11 - Transformação da berma no âmbito da MC40b2 na ponte de Brunheda (N314), na margem direita da albufeira do AHFT (concelho de Murça) (21-06-2019).



Figura 6-12 - Transformação da berma no âmbito da MC40b2 na ponte de Brunheda (N314-1), na margem esquerda da albufeira do AHFT (concelho de Carrazeda de Ansiães) (21-06-2019).



Figura 6-13 – Colocação do pó de pedra nos passeios do tabuleiro da ponte de Abreiro no âmbito monitorização da MC40b1 (21-10-2017).



Figura 6-14 – Aspeto da ponte de Abreiro durante um dia de precipitação que se fez sentir aquando a amostragem da 2ª campanha de outono de 2019 (16/12/2019).



Figura 6-15 – Pegadas/trilhos de cão-doméstico registadas a entrar e a sair da passagem adaptada na ponte de Brunheda no âmbito da MC40b2 durante a campanha de inverno de 2019 (12/02/2019). As pegadas mais nítidas estão representadas pelos círculos vermelhos e o sentido de cada pegada (entrar: pegada esquerda; sair: pegada direita) é representado pelas setas vermelhas.

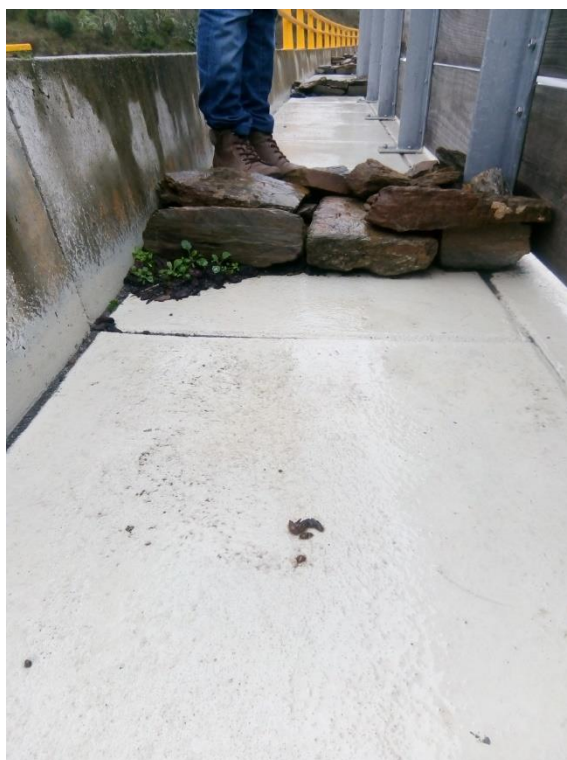


Figura 6-16 – Dejeito de Fuinha/Marta (*M. foina*/*M. martes*) detetado no interior da passagem adaptada no âmbito da MC40b2 durante a 2ª campanha de outono de 2019 (18/12/2019).



Figura 6-17 - Dejeito de Fuinha/Marta (*M. foina*/*M. martes*) detetado no interior da passagem adaptada no âmbito da MC40b2 durante a 2ª campanha de outono de 2019 (18/12/2019).