Estudo do Impacto dos Canais de Adução dos Empreendimentos Hidroeléctricos Sobre a Fauna de Vertebrados Terrestres na Área do Parque Natural da Serra da Estrela

Henrique Manuel dos Santos Azevedo Carvalho
Jacinto Luís Diamantino

Parque Natural da Serra da Estrela

Estudo do Impacto dos Canais de Adução dos Empreendimentos Hidroeléctricos Sobre a Fauna de Vertebrados Terrestres na Área do Parque Natural da Serra da Estrela

Relatório técnico

Henrique Manuel dos Santos Azevedo Carvalho
Jacinto Luís Diamantino

Dezembro de 1996

Foto da capa: Vale da Ribeira de Alforfa: ao fundo pode observar-se uma boa parte do canal de adução da Central Hidroeléctrica de Pedra Figueira.

Agradecimentos

A elaboração deste trabalho contou com a colaboração de inúmeras pessoas e entidades, às quais não podemos deixar de agradecer. Assim queremos expressamos os nossos agradecimentos.

Ao Arq. Eduardo Osório Gonçalves, ex-director do Parque Natural da Serra da Estrela, pelo seu apoio para a concretização deste trabalho.

Ao Eng. António Cunha Direito, director do Parque Natural da Serra da Estrela, pelo apoio que deu a este trabalho e pelo seu empenhamento na resolução dos pequenos problemas que foram surgindo.

À Dra. Ana Isabel Queiroz, bióloga do Instituto da Conservação da Natureza, pelo apoio que deu a este trabalho e pela constante disponibilidade em ajudar, revendo, ouvindo e fazendo sugestões sobre o trabalho em geral e sobre todas as duvidas que foram surgindo.

Aos nossos incansáveis colegas Pinto e Estela pela companhia e pela sua indispensável ajuda e sacrifício, dando uma "mãozinha" preciosa na execução de um trabalho, quase sempre pouco agradável.

Ao Eng. Fernando Matos, técnico do Parque Natural da Serra da Estrela, pela constante disponibilidade que demonstrou, durante a execução deste trabalho.

Aos nossos colegas Guardas da Natureza, nomeadamente ao Zé Maria, ao Quim Neves, ao Zé Manel e ao Carlos Amaro pela ajuda e apoio que nos deram no trabalho de campo e não só.

Ao Miguel pela sua indispensável ajuda e paciência no tratamento informático dos mapas apresentados.

Ao Beto, desenhador do Parque Natural da Serra da Estrela, pela pronta disponibilidade na elaboração dos esquemas apresentados.

À Raquel Godinho, Cristina Luís, Pedro Moreira, Zé Carlos Brito e Otávio Paulo pela sua ajuda na identificação de alguns répteis, cedência de bibliografia, importantes esclarecimentos, e utilização de equipamento informático.

À Dra. Luisa Rodrigues, bióloga do Instituto da Conservação da Natureza, pela sua ajuda na identificação dos morcegos encontrados.

Ao Clube de BTT de Manteigas pela cedência das suas instalações para a montagem do "laboratório".

À empresa Hidrocenel, na pessoa do Eng. Vítor Gonçalves, pela disponibilidade que demonstrou e pela cedência dos dados solicitados.

À empresa Telener, nas pessoas dos Engs. Henrique Pires de Almeida e Fernando Telo, pela disponibilidade que demonstraram e pela cedência dos dados solicitados.

Ao Nuno Farinha pela utilização do seu Scaner.

A todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para a execução deste trabalho e que, por falta nossa, não foram mencionados individualmente.

Ao Instituto de Conservação da Natureza - Divisão de Espécies Protegidas, nas pessoas de todos os seus funcionários pela sua simpatia, pelas facilidades no uso dos seus já congestionados computadores e pelo privilégio de trabalhar entre grupo de bons profissionais.

Ao Sr. Santos pela sua amizade e pela sua pronta disponibilidade em emprestar o seu computador, facilitando assim a finalização deste trabalho.

À Marisa pela sua ajuda no trabalho de campo, companhia e disponibilidade na utilização do computador, após a sempre "oportuna" avaria do computador, nos últimos tempos do trabalho.

À Mónica e à Ana Teresa pela já habitual e mui agradável companhia na partilha da Casa da Fonte Santa.

Índice

Resumo

1. Introdução 1

2. O objecto de estudo 2
2.1. Breve caracterização das estruturas estudadas 6

3. Metodologia 11
3.1. no terreno 11
3.2. no laboratório 11
3.3. Aferição da metodologia 11

4. Resultados obtidos 13
4.1. Impacto sobre a fauna de vertebrados 13
4.1.1. Mortalidade 13
4.1.1.a Aferição da metodologia 27
4.1.2. Efeito Barreira 30
4.2. Outros dados biológicos 31

5. Discussão 32
5.1. Impacto sobre a fauna de vertebrados 32
5.1.1. Mortalidade 32
5.1.2. Efeito Barreira 33
5.2. Outros dados biológicos 34

6. Propostas de minimização dos impactos provocados 35
6.1. Local de desvio e/ou retenção da água (açudes, barragens, etc.) 35
6.2. Canal de adução 36
6.3. Câmara de carga 41

7. Medidas mitigadoras a implementar nos casos estudados 42

8. Considerações finais 46

9. Bibliografia 47

Anexo I - Lista de espécies registadas e respectivo estatuto de conservação

Resumo

Neste estudo pretendeu-se avaliar o impacto dos canais de adução dos empreendimentos hidroeléctricos do Parque Natural da Serra da Estrela, sobre a fauna de vertebrados terrestres dos biótopos por eles atravessados.

Durante aproximadamente 14 meses e com uma periodicidade quinzenal, foram efectuadas vistorias aos canais de adução e respectivas câmaras de carga de 7 empreendimentos hidroeléctricos instalados na Rib. de Alforfa, no Planalto Central e no Rio Alva. Os animais encontrados dentro destas estruturas foram identificados e contabilizados. Foram registados 1746 indivíduos distribuídos por 69 espécies entre as quais 24 de mamíferos, 20 de aves, 16 de répteis e 9 de anfibios. Foi igualmente aferida a metodologia empregue na tentativa de evitar a subestimação do número de indivíduos contabilizados. Estimou-se o número total de vitimas destas estruturas, durante um período de 10 meses, entre os 8730 e 17460 indivíduos. As estações onde este impacto parece ser maior são as implantadas na Ribeira de Alforfa. Os mamíferos o grupo mais atingido (69 %). A maioria das espécies encontradas deslocavam-se nas imediações dos canais, mas foram igualmente recolhidas espécies, que terão sido arrastadas dos cursos de água onde habitam para dentro destas estruturas.

Foram identificados os locais mais críticos e propostas medidas minimizadoras dos impactos provocados. Entre estas medidas, salienta-se: a construção de estruturas tipo "levadas", para ultrapassagem dos açudes; a colocação de uma grelha de retenção à entrada do canal; a cobertura integral do canal; a implantação de passagens de fauna ao longo do canal; a colocação de rampas na câmara de carga que permitam a saída dos animais pelos seus próprios meios; e a vedação da câmara de carga. Foram sugeridas ainda algumas alterações na concepção de novos projectos.

1. Introdução

A localização geográfica, orografia e climatologia fazem da Serra da Estrela uma zona de interesse hídrico nacional. Os acentuados declives das cabeceiras das linhas de água, aliada à elevada precipitação anual criam um potencial hídrico que tem sido reconhecido, desde há muitos anos com a implantação de unidades produtoras de energia hidroeléctrica. Dentro do Parque Natural da Serra da Estrela (PNSE) existem 15 barragens e 7 açudes, com um total de 8 canais de adução e 10 centrais geradoras.

Nestes empreendimentos, a água retida ou desviada, é conduzida por canais de adução, construídos em pedra ou betão, quase sempre a céu aberto, para os locais onde será lançada para turbinamento (câmaras de carga). No seu conjunto, a extensão dos canais existentes dentro do PNSE totaliza cerca de 13 km.

Nos seus movimentos diários ou sazonais (migratórios), ao se deslocarem nas imediações destes canais ou ao tentarem atravessá-los (nomeadamente saltando) os animais acabam muitas vezes por cair dentro deles. As paredes destas estruturas, sendo verticais e completamente lisas, impedem-nos de sair, acabando por morrer afogados.

Para além da mortalidade que estes canais provocam ao atravessarem ininterruptamente grandes extensões de território, constituem ainda barreiras intransponíveis para muitos dos vertebrados terrestres que ocorrem nestes locais. Estas barreiras, limitam as deslocações dos indivíduos, impedindo o fluxo normal entre as populações das duas "margens" podendo conduzir, a longo prazo, ao isolamento genético. O isolamento genético de populações pode levar a sua extinção, devido à impossibilidade de recolonização dos habitats por outros indivíduos caso fenómenos demográficos como extinções locais ocorram, devido a razões naturais ou provocadas (*e.g.* doenças, grandes enxurradas de água, incêndios, etc.).

A forma como é captada a água nalguns destes aproveitamentos hidroeléctricos (por estrangulamento do rio ou por açudes, com a água entrando directamente nos canais), pode igualmente conduzir para dentro destes, os diversos grupos de vertebrados que habitam os rios ou as suas imediações (mamíferos, répteis, anfíbios e peixes), provocando-lhes a morte.

As flutuações do nível de algumas barragens são por vezes muito bruscas e regulares, interferindo muito negativamente nos ciclos reprodutores dos anfíbios, impedindo-os de se estabelecerem e inviabilizando a sua reprodução, naqueles locais.

No Parque Natural da Serra da Estrela, nunca foi avaliado o efeito deste tipo de construções sobre os ecossistemas que atravessam, desconhecendo-se qual o seu verdadeiro impacto sobre a fauna local.

Este trabalho tem como objectivos:

1. Avaliar o impacto dos canais de adução sobre a fauna de vertebrados terrestres das áreas por eles atravessadas, assim como dos cursos de água onde se encontram implantados;
2. Contribuir para o inventário das espécies de vertebrados que ocorrem no PNSE;
3. Identificar os locais mais críticos e propor medidas minimizadoras deste impacto;
4. Propor alterações na construção de novos empreendimentos do género, de forma a minimizar o impacto destas estruturas sobre os habitats onde são implantadas.

2. O objecto de estudo

Dentro dos limites do PNSE, existem três empreendimentos hidroeléctricos independentes: o Aproveitamento Hidroeléctrico do Maciço da Serra da Estrela, implantado no Planalto Central da Serra da Estrela e Rio Alva, o Empreendimento Hidroeléctrico da Ribeira de Alforfa implantado no Vale e na Ribeira de Alforfa e o Empreendimento de Fins Múltiplos do Caldeirão, implantado na Ribeira do Caldeirão e Rio Mondego.

O Aproveitamento Hidroeléctrico do Maciço da Serra da Estrela (Fig. 1) é constituído por cerca de treze barragens e açudes (EDP, 1994), quatro túneis subterrâneos e oito canais à superfície formando, já no vale do Rio Alva, um aproveitamento em cascata, com a água turbinada a montante a alimentar, através de canais, as centrais implantadas a jusante.

O Empreendimento Hidroeléctrico da Ribeira de Alforfa (Fig. 2) é constituído por uma barragem e três mini-hídricas, existindo três canais de adução implantados à superfície. Este empreendimento é também um aproveitamento em cascata.

O Empreendimento de Fins Múltiplos do Caldeirão compreende uma barragem implantada na Ribeira do Caldeirão e um açude implantado no Rio Mondego. A partir desse açude existe um túnel subterrâneo que conduz a água aí captada para a barragem do Caldeirão. O canal que conduz a água da barragem para turbinamento encontra-se coberto. Por isso, este empreendimento não foi estudado.

Os empreendimentos para produção de energia hidroeléctrica são constituídos por um local onde é feito o armazenamento ou desvio de água (uma barragem ou um açudc) (Fig. 3),

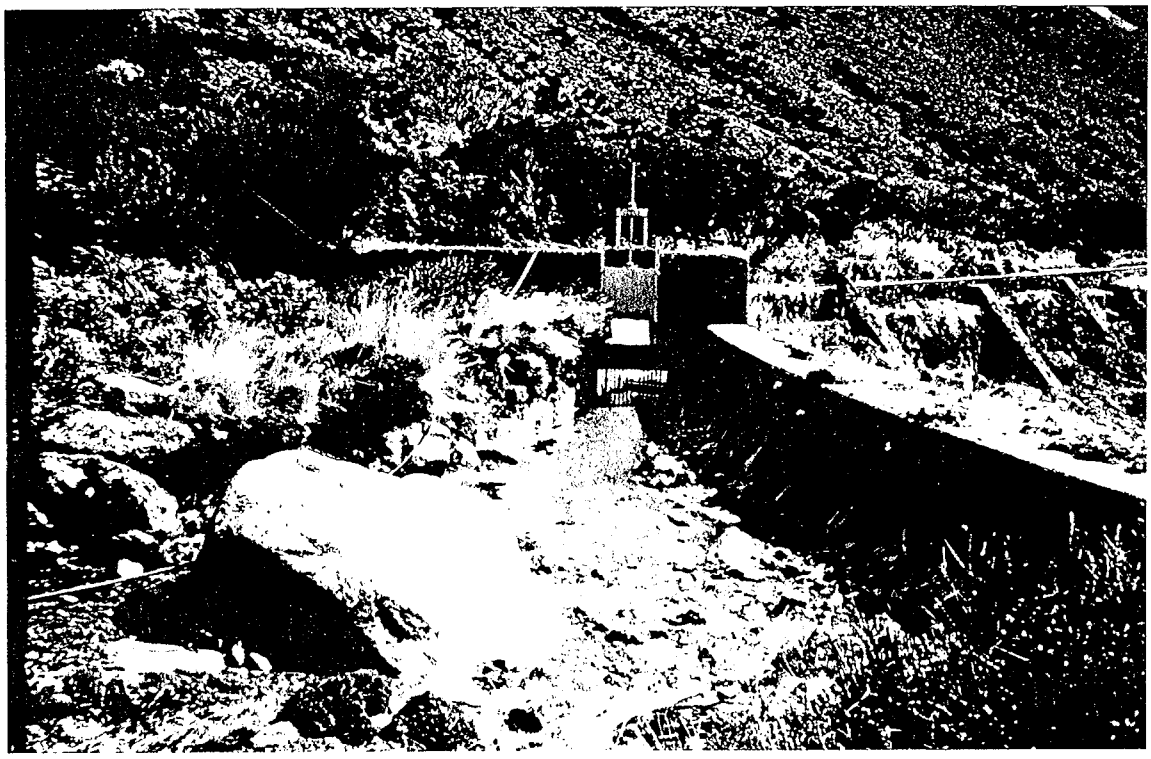


Fig. 3 - Açude de desvio de água da Ribeira de Alforfa para o canal de adução da Central Hidroeléctrica de Pedra Figueira

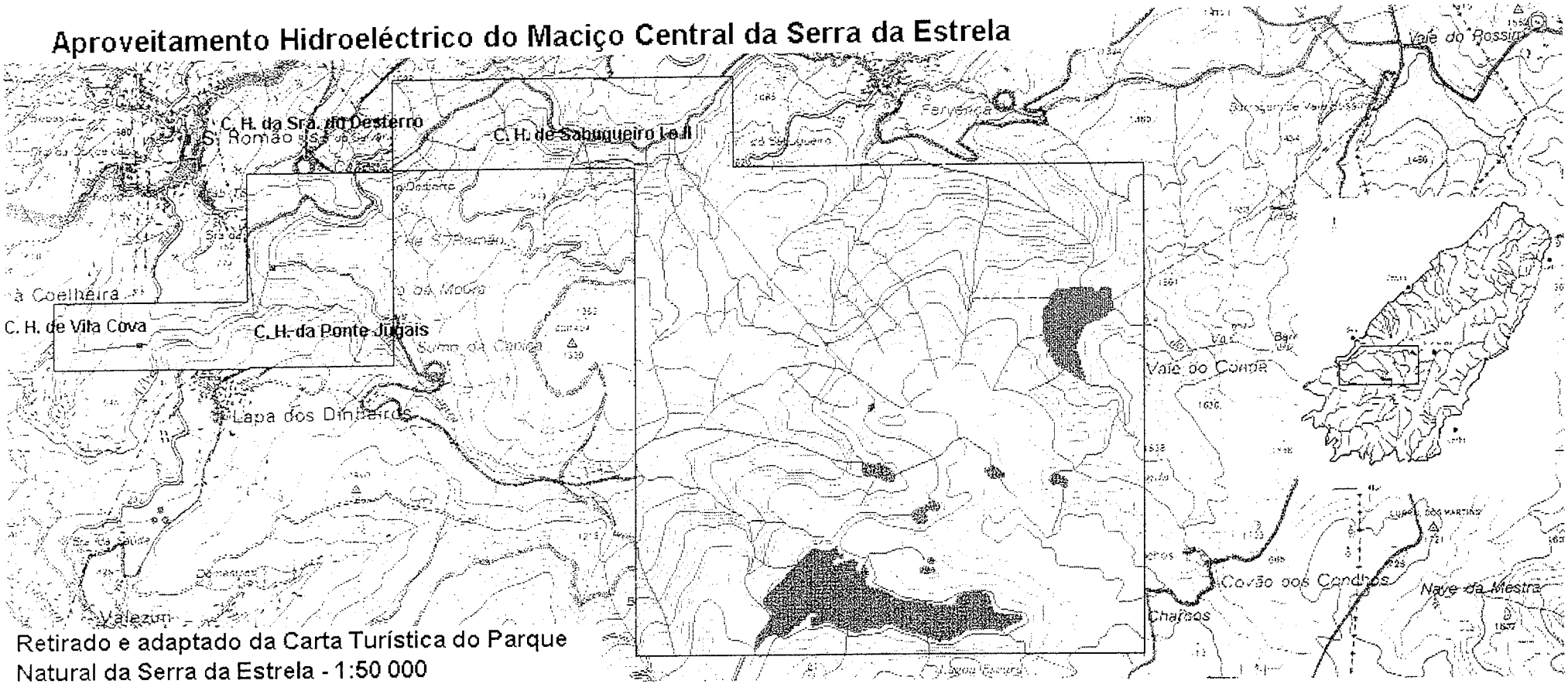


Fig. 1 - Localização do Aproveitamento Hidroeléctrico do Maciço Central da Serra da Estrela

Retirado e adaptado da Carta Turistica do Parque Natural da Serra da Estrela - 1:50 000

Fig. 2 - Localização do Empreendimento Hidroeléctrico da Ribeira de Alforfa

e por um canal de adução (Fig. 4) que conduz a água retida ou desviada para a câmara de carga.

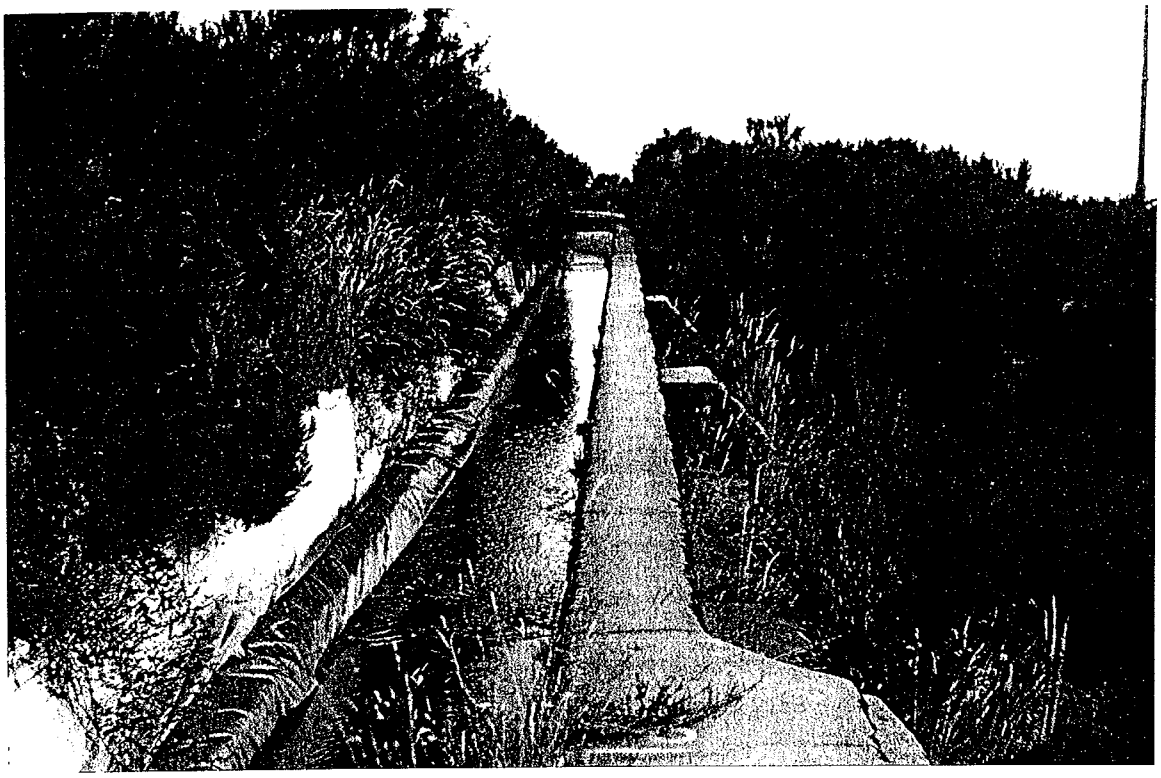


Fig. 4 - Vista de um troço do canal de adução da Central Hidroeléctrica de Pedra Figueira. Neste caso, o canal encontrava-se praticamente sem água.

A câmara de carga (Fig. 5) é uma espécie de tanque onde a água se acumula, criando-se pressão. Ao serem abertas as comportas, a água vai precipitar-se numa conduta forçada, que acompanha normalmente um declive bastante elevado, desembocando na central geradora.

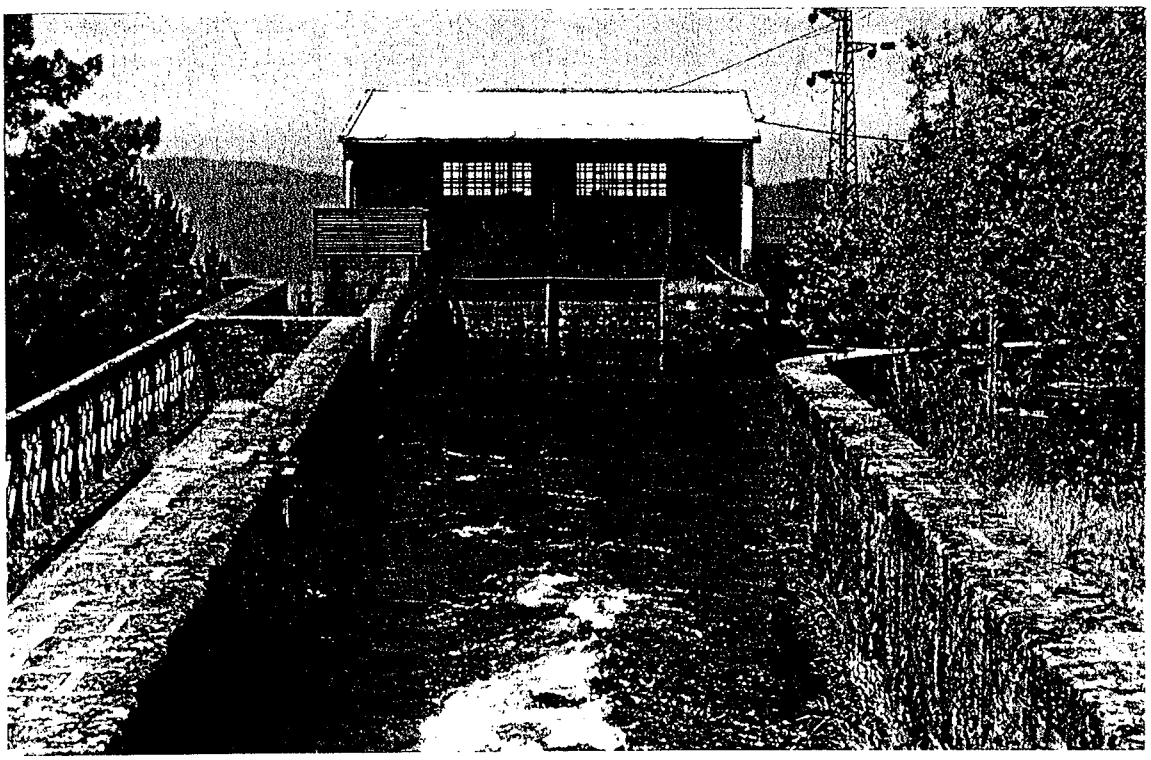


Fig. 5 - Vista parcial da câmara de carga da Central Hidroeléctrica de Vila Cova. Ao fundo pode ver-se a grelha de retenção por onde passa a água, quando entra na conduta forçada.

Dentro dessa central existem turbinas, que estão acopladas a dínamos. Ao chegar à central, a água faz rodar as turbinas, que ao fazer trabalhar os dínamos, é produzida energia eléctrica. Esta operação denomina-se turbinamento. A Fig. 6 representa um aproveitamento hidroeléctrico deste tipo com as suas diferentes componentes.

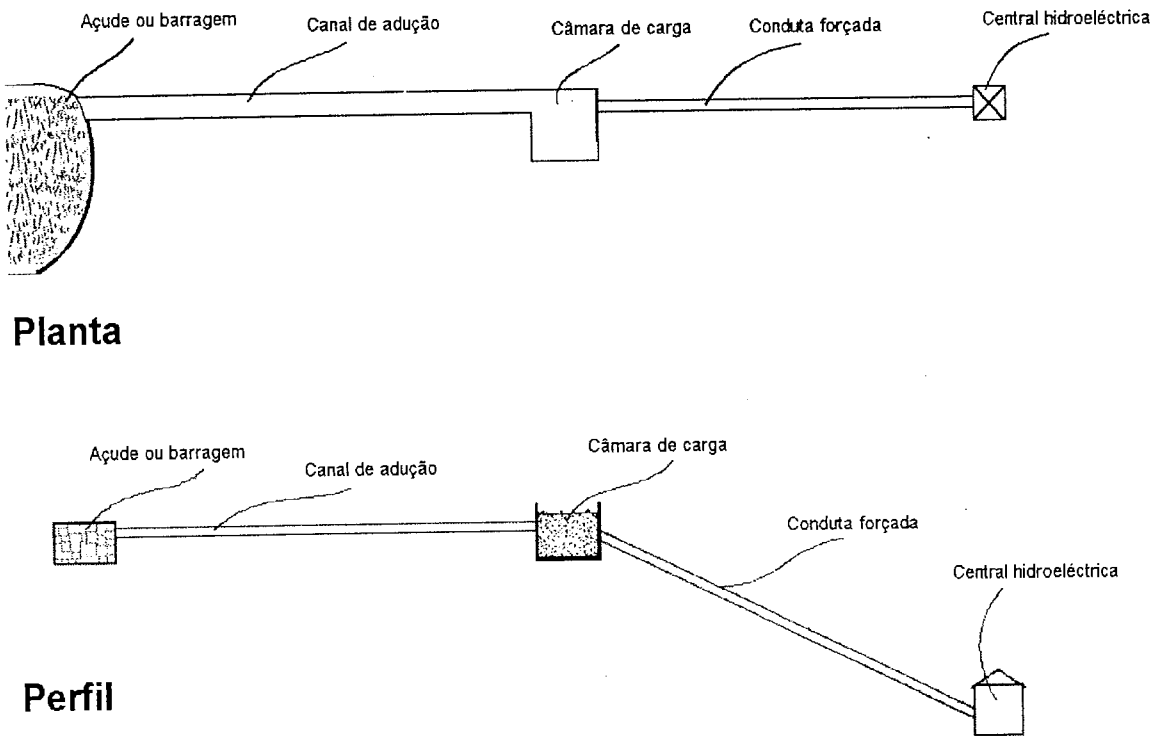


Fig. 6 - Esquema geral de um empreendimento hidroeléctrico, do tipo dos estudados, com as suas diferentes componentes (*desenhado por Alberto Perpétua/PNSE*).

2.1. Breve caracterização das estruturas estudadas

As tabelas 1(a), (b), (c) e (d) representam uma breve caracterização das estruturas estudadas.

Na descrição dos biótopos atravessados, foram estimadas percentagens de cobertura dos principais componentes da vegetação e do substrato, em relação a toda a extensão do canal, numa área circundante de cerca de 100 metros. Este procedimento permitiu fazer uma caracterização semi-quantitativa desses biótopos utilizando as seguintes classes de percentagem de cobertura de cada item:

(+) - Vestigial
(1) -]0 - 25 %[
(2) - [25 - 50 %[
(3) - [50 - 75 %[
(4) - [75 - 100 %]

Na caracterização dos biótopos, a "margem" em contacto directo com o canal (de onde terão provido possivelmente a maior parte dos animais), encontra-se a sombreado.

Tabela 1(a) - Caracterização dos empreendimentos estudados.

Caracterização dos biótopos que atravessa: (+) - Vestigial; (1) - 0-25 %; (2) - 25-50 %; (3) - 50-75 %; (4) - 75-100 %;

(1) - Segundo Pinto da Silva & Telles (1986)

Nome	**Pedra Figueira**	**Alforfa**
Localização	Vale da Ribeira de Alforfa	Vale da Ribeira de Alforfa
Altitude (m)	1300	1000
Quadrícula(s) UTM	29 T PE 1960 29 T PE 1961 29 T PE 1962 29 T PE 2061 29 T PE 2062	29 T PE 1859 29 T PE 1860 29 T PE 1960
CÂMARA DE CARGA		
Forma	Rectangular	Rectangular
Comprimento (m)	20.9	17.1
Largura (m)	15.5	8.2
Profundidade (m)	2.7	3.7
Área aproximada (m^2)	324.0	140.2
Capacidade aproximada (m^3)	874.7	518.8
Comprimento da grelha de retenção (m)	3.75	2.17
Área ocupada pela grelha (m^2)	10.1	7.6
Espaço entre os dentes (cm)	1.2	1.0
Posicionamento da grelha	Lateral	Lateral
Equipamento de limpeza mecânica da grelha	Inexistente	Existente
Material de revestimento interior	Tela plástica	Tela plástica
Material de revestimento exterior	Alvenaria e cimento	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Inexistente
CANAL		
Comprimento (km)	2.0	1.5
Largura média (m)	2.1	5.0
Profundidade média (m)	2.4	3.2
Material de revestimento interior	Tela plástica	Tela plástica
Material de revestimento exterior	Alvenaria e cimento	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Inexistente
BIÓTOPOS QUE ATRAVESSA		
Lado esquerdo	Matos (2); Pastos + Herbáceas (1); Pedras (2)	Matos (4); Pinhal (*Pinus sp.*) (1);
	Matos: Giestal de *Cytisus multiflorus*[1] (3); Urgueiral de *Erica australis ssp. aragonensis*[1] (1); Matos (1);	**Matos:** Giestal (4); Urgueiral + Herbáceas (1);
Lado direito	Matos (2); Pasto (+); Pedras (3)	Matos (3); Herbáceas (2);
	Matos: Giestal (2); Urgueiral + Giestal (2); Matos (1);	**Matos:** Giestal (4); Salgueiro (*Salix sp.*) (1)

Tabela 1(b) - Caracterização dos empreendimentos estudados (continuação).
Caracterização dos biótopos que atravessa: (+) - Vestigial; (1) - 0-25 %; (2) - 25-50 %; (3) - 50-75 %; (4) - 75-100 %;
(1) - Segundo Pinto da Silva & Telles (1986)

Nome	**Coucinhos**	**Sabugueiro I**
Localização	Vale da Ribeira de Alforfa	Planalto central
Altitude (m)	775	1550
Quadrícula(s) UTM	29 T PE 1759 29 T PE 1859	29 T PE 1469 29 T PE 1569 29 T PE 1570
CÂMARA DE CARGA		
Forma	Aproximadamente elíptica	Rectangular
Comprimento (m)	> 30	-
Largura (m)	Zona mais larga - 24.7	-
Profundidade (m)	3.25	-
Área aproximada (m^2)	-	-
Capacidade aproximada (m^3)	-	-
Comprimento da grelha de retenção (m)	2.1	-
Área ocupada pela grelha (m^2)	6.83	-
Espaço entre os dentes (cm)	1.0	-
Posicionamento da grelha	Frontal	Lateral
Equipamento de limpeza mecânica da grelha	Inexistente	Inexistente
Material de revestimento interior	Tela plástica	Alvenaria e cimento
Material de revestimento exterior	Alvenaria e cimento	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Inexistente
CANAL		
Comprimento (km)	0.5	2.17
Largura média (m)	2.83	1.98
Profundidade média (m)	2.71	-
Material de revestimento interior	Tela plástica	Alvenaria e cimento
Material de revestimento exterior	Alvenaria e cimento	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Existente em toda a extensão
BIÓTOPOS QUE ATRAVESSA		
Lado esquerdo	Giestal (2); Pastagem (4);	Matos (2); Herbáceas (1);Pedra solta (2); Afloramento (+); Estrada (1);
Lado direito	Matos (3); Ribeira (2);	Matos (2) Pedra solta (1); Afloramento (2);
	Matos: Giestal (2); Salgueiro (1); Matos (1);	**Matos:** Urze (4); Zimbral de *Juniperus communis ssp. alpina*[1] (+);

Tabela 1(c) - Caracterização dos empreendimentos estudados (continuação).
Caracterização dos biótopos que atravessa: (+) - Vestigial; (1) - 0-25 %; (2) - 25-50 %; (3) 50-75 %; (4) - 75-100 %; (1) - Segundo Pinto da Silva & Telles (1986)

Nome	Sabugueiro II	Sra. do Desterro
Localização	Planalto central	Vale do Rio Alva
Altitude (m)	1425	975
Quadrícula(s) UTM	29 T PE 1571 29 T PE 1671 29 T PE 1771	29 T PE 1172 29 T PE 1272 29 T PE 1273 29 T PE 1372 29 T PE 1373 29 T PE 1473
CÂMARA DE CARGA		
Forma	Rectangular	-
Comprimento (m)	16.3	-
Largura (m)	8.2	-
Profundidade (m)	-	-
Área aproximada (m^2)	-	-
Capacidade aproximada (m^3)	-	-
Comprimento da grelha de retenção (m)	3.5	-
Área ocupada pela grelha (m^2)	-	-
Espaço entre os dentes (cm)	4.0	-
Posicionamento da grelha	Frontal	Lateral
Equipamento de limpeza mecânica da grelha	Inexistente	Existente
Material de revestimento interior	Betão	Alvenaria e cimento
Material de revestimento exterior	Betão	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Inexistente
CANAL		
Comprimento (km)	2.33	2.677
Largura média (m)	1.8	3.0
Profundidade média (m)	2.4	2.7
Material de revestimento interior	Betão	Alvenaria e cimento
Material de revestimento exterior	Betão	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Inexistente
BIÓTOPOS QUE ATRAVESSA		
Lado esquerdo	Matos (3); Pedras (1); Afloramento (2);	Matos (3);Pinhal (2);Vidoeiro *(Betula sp.)*+Carvalho *(Quercus sp.)* (+);Mimosa (1); Afloramento (1);
	Matos: Urgueiral (4); Piorno *(Genista florida ssp. polygaliphylla)* [1] (+); Giestal + Piorno (1)	**Matos:** Giestal (4); Urgueiral (1);
Lado direito	Matos (3); Pedras (1); Afloramento (+);	Matos (3); Floresta mista (1); Mimosa (1);
	Matos: Giestal (2); Piornal (2); Giesta + Urze + Piorno (2);	**Matos:** Giestal (3); Urgueiral (1); Salgueiro (+); Outros (+);

Tabela 1(d) - Caracterização dos empreendimentos estudados (continuação).
Caracterização dos biótopos que atravessa: (+) - Vestigial; (1) - 0-25 %; (2) - 25-50 %; (3) - 50-75 %; (4) - 75-100 %;
(1) - Segundo Pinto da Silva & Telles (1986)

Nome	**Ponte Jugais**	**Vila Cova**
Localização	Vale do Rio Alva	Vale do Rio Alva
Altitude (m)	775	550
Quadrícula(s) UTM	29 T PE 1071 29 T PE 1072 29 T PE 1172	29 T PE 0971
CÂMARA DE CARGA		
Forma	Bi-rectangular em posição perpendicular	Trapezoidal
Comprimento (m)	12.5 x e 28.8 x	33.0
Largura (m)	6.8 e 16.5	17.0
Profundidade (m)	-	-
Área aproximada (m^2)	85.0 + 475.2 = 560.2	-
Capacidade aproximada (m^3)		-
Comprimento da grelha de retenção (m)	6.35	5.90
Área ocupada pela grelha (m^2)	-	-
Espaço entre os dentes (cm)	0.5	1.7
Posicionamento da grelha	Frontal	Frontal
Equipamento de limpeza mecânica da grelha	Existente	Existente
Material de revestimento interior	Cimento	Alvenaria e cimento
Material de revestimento exterior	Alvenaria e cimento	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Inexistente
CANAL		
Comprimento (km)	1.613	1.083
Largura média (m)	3.6	2.7
Profundidade média (m)	2.6	-
Material de revestimento interior	Alvenaria e cimento	Alvenaria
Material de revestimento exterior	Alvenaria e cimento	Alvenaria e cimento
Cobertura	Inexistente	Inexistente
BIÓTOPOS QUE ATRAVESSA		
Lado esquerdo	Mato (+); Lameiro (1); Giesta (1); Pinhal (1); Mimosa (1); Eucalipto+Castanheiro + Carvalho (2); Afloramento (+);	Rio + Amieiro *(Alnus sp.)* (1); Salgueiro (1); Campos agrícolas (2); Pinhal (1); Estrada (+); Afloramento (1);
Lado direito	Giesta (1); Salgueiro (3); Mimosa (1); Eucalipto+ Castanheiro+Carvalho (2);	Campos agrícolas (2); Campos agrícolas abandonados (3); Pinhal (1); Mimosa (+);

3. Metodologia

Foram efectuadas vistorias aos canais de adução e respectivas câmaras de carga de todos os empreendimentos hidroeléctricos, com uma periodicidade quinzenal. Esta periodicidade foi mantida sempre que possível, tendo existido algumas falhas devidas à completa impossibilidade para a concretização dessas amostragens (*e.g.* em virtude do Inverno de 1996 ter sido muito rigoroso, nos meses de Dezembro de 1995 e a quase totalidade de Janeiro de 1996, os acessos aos canais estiveram vedados).

Estas vistorias foram iniciadas em Maio de 1995 tendo sido efectuada a última em Julho de 1996, perfazendo assim 14 meses, aproximadamente. As datas precisas das vistorias estão registadas na Fig. 7.

3.1. no terreno

Cada vistoria consistiu na procura e recolha de animais, tanto na câmara de carga como no respectivo canal de adução, de cada uma das centrais geradoras. Parte dos indivíduos foram encontrados a boiar ou depositados no fundo, mas na sua maioria estes foram localizados encostados à grelha de retenção existente na transição da câmara de carga para a conduta forçada. Em cada vistoria, essa grelha foi limpa com a ajuda de um ancinho de forma a retirar os animais ali depositados. Foi ainda utilizado um camaroeiro, na recolha dos indivíduos, nos restantes locais. A câmara de carga e o canal de adução foram minuciosamente prospectados, tendo sido percorridos em toda a sua extensão. Os animais encontrados mortos foram recolhidos e congelados para posterior identificação, enquanto que os vivos foram libertados, após serem identificados e contabilizados no local. Grande parte das aves, répteis e anfíbios mortos foram igualmente identificados no local, não tendo sido sujeitos a procedimento laboratorial.

Visto o canal de Sabugueiro I se encontrar coberto na quase totalidade da sua extensão, a vistoria incidiu apenas na sua câmara de carga.

No canal e câmara de carga da Ponte Jugais apenas foi efectuada uma vistoria, dado que, logo após a primeira amostragem foi desactivada para obras. Por esta razão, os dados recolhidos nesta estação não serão usados no tratamento geral.

3.2. no laboratório

Procedeu-se à identificação e contabilização dos indivíduos recolhidos. Nos mamíferos que se encontravam em boas condições, foram registados os dados biométricos mais característicos.

Após a recolha destes dados, os indivíduos foram doados ao Museu Bocage (Museu de História Natural da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa).

Na identificação dos indivíduos, foram utilizados os seguintes trabalhos: para os roedores Castejón & López (1982); para os insectívoros Castejón & Alemany (1982); para os quirópteros Palmeirim (1990) e Gama (1957);

3.3. Aferição da metodologia

Com o objectivo de se aferir a fiabilidade/representatividade da amostragem quinzenal em relação ao número real de indivíduos que caiem durante aquele período, foram efectuadas vistorias diárias, durante quinze dias, aos dois canais de adução e respectivas câmaras de carga onde se registou a queda do número mais elevado de indivíduos (Pedra Figueira e Sabugueiro II). Por razões fundamentalmente logísticas e de

1995

Maio

S	1	8	15	22	29
T	2	9	16	23	30
Q	3	10	17	24	31
Q	4	11	18	**Al**	
S	5	12	**Af**	26	
S	6	13	20	27	
D	7	14	21	28	

Junho

S		**Af**	12	19	26
T		6	**Al**	**Af**	**Al**
Q		7	14	21	28
Q	1	8	15	22	29
S	2	9	16	23	30
S	3	10	17	24	
D	4	11	18	25	

Julho

S		3	10	17	24	31
T		4	11	**Af**	25	
Q		5	**Al**	19	**Al**	
Q		**Af**	13	20	27	
S		7	14	21	28	
S	1	8	15	22	29	
D	2	9	16	23	30	

Agosto

S		7	14	21	28
T	1	8	15	22	29
Q	2	**Al**	16	23	30
Q	3	10	17	24	31
S	**Af**	11	**Af**	**Al**	
S	5	12	19	26	
D	6	13	20	27	

Setembro

S		4	11	18	25
T		5	12	19	26
Q		6	13	20	**Al**
Q		**Al**	**Af**	21	**Af**
S	1	8	15	22	29
S	2	9	16	23	30
D	3	10	17	24	

Outubro

S		2	9	16	23	30
T		3	10	17	**Al**	31
Q		4	11	18	25	
Q		5	**Al**	**Af**	26	
S		6	13	20	27	
S		7	14	21	28	
D	1	8	15	22	29	

Novembro

S		6	13	20	27
T		7	14	21	28
Q	1	**Al**	15	**Al**	**Af**
Q	2	9	16	23	30
S	**Af**	10	**Af**	24	
S	4	11	18	25	
D	5	12	19	26	

Dezembro

S		4	11	18	25
T		5	12	19	26
Q		6	13	20	27
Q		7	14	21	28
S	1	8	15	22	29
S	2	9	16	23	30
D	3	10	17	24	31

1996

Janeiro

S	1	8	15	22	29
T	2	9	16	23	**Af**
Q	3	10	17	24	31
Q	4	11	18	25	
S	5	12	19	26	
S	6	13	20	27	
D	7	14	21	28	

Fevereiro

S		**Al**	12	19	26
T		6	13	20	27
Q		7	**Af**	21	28
Q	1	8	15	**Al**	29
S	2	9	16	23	
S	3	10	17	24	
D	4	11	18	25	

Março

S		4	11	18	25
T		5	12	19	26
Q		**Al**	**Af**	20	27
Q		7	14	21	**Al**
S	**Af**	8	15	22	29
S	2	9	16	23	30
D	3	10	17	24	31

Abril

S	1	8	**Af**	22	29
T	**Af**	**Al**	16	23	30
Q	3	10	17	**Al**	
Q	4	11	18	25	
S	5	12	19	26	
S	6	13	20	27	
D	7	14	21	28	

Maio

S		6	13	20	27
T		7	14	21	28
Q	1	**Al**	15	22	29
Q	**Af**	9	16	23	30
S	3	10	**Af**	**Al**	31
S	4	11	18	25	
D	5	12	19	26	

Junho

S		3	**Af**	17	24
T		**Al**	11	18	25
Q		5	12	**Al**	**Af**
Q		6	13	20	27
S		7	14	21	28
S	1	8	15	22	29
D	2	9	16	23	30

Julho

S	1	8	15	22	29
T	2	9	16	23	30
Q	3	10	17	24	31
Q	4	11	18	25	
S	**Al**	12	19	26	
S	6	13	20	27	
D	7	14	21	28	

Af - Alforfa
Al - Alva

Fig. 7 - Datas precisas dos dias em que decorreram as vistorias

tempo este procedimento não foi repetido nas restantes estações. Considerou-se ainda na referida escolha o facto de o canal e câmara de carga da Central de Sabugueiro II estar incluído dentro dos limites da Zona A (reserva efectiva) da Reserva Biogenética do Planalto Central da Serra da Estrela e o canal e câmara de carga da Central de Pedra Figueira se encontrar muito perto do limite da sua Zona B (Zona Tampão).

A metodologia empregue foi a mesma seguida em 3.1. No entanto os indivíduos encontrados foram identificados e contabilizados no local, sendo após marcação, recolocados nos locais exactos onde tinham sido recolhidos.

Em todas as vistorias, os indivíduos mortos foram marcados colectivamente, respeitando cada marca a um dia diferente. As marcas utilizadas consistiram em linhas de cores diferentes que foram cosidas nos animais, utilizando-se combinações numéricas a partir de cinco cores, de forma a perfazer os quinze dias.

Os indivíduos encontrados vivos foram apenas identificados e contabilizados, libertando-se em seguida.

Esta metodologia permite que a interferência no percurso efectuado pelos indivíduos, desde que caiem e perecem até ao seu eventual desaparecimento, seja mínimo ou mesmo nulo.

Neste período, todos os dias houve turbinamento, o que permitiu testar a metodologia em condições ideais na medida em que as perdas devido a este factor (a nosso ver, o que influência mais regularmente, o desaparecimento dos indivíduos) foram maximizadas.

A aferição da metodologia decorreu entre os dias 6 e 20 de Julho de 1996, já fora do período normal de amostragem (19 de Maio de 1995 a 5 de Julho de 1996).

4. Resultados obtidos

4.1. Impacto sobre a fauna de vertebrados

4.1.1. Mortalidade

No período de amostragem foram efectuadas um total de 165 vistorias aos canais de adução e respectivas câmaras de carga (23 nas 3 estações do vale da Ribeira de Alforfa e 24 nas 4 estações do vale do Rio Alva). A referida impossibilidade de acesso aos locais de amostragem, impediu o registo dos dados correspondentes aos meses de Inverno. Assim, embora o período de amostragem tenha decorrido durante 14 meses, quantitativamente os dados referem-se apenas a 10 meses efectivos de amostragem.

Foi registado um total de 1746 indivíduos, distribuídos por 69 espécies de vertebrados terrestres (24 de mamíferos, 20 de aves, 16 de répteis e 9 de anfíbios). De notar que o número de indivíduos apenas se refere ao período normal de amostragem, não estando incluídos os 210 registados durante a aferição da metodologia (*cf.* 4.1.1.a.). Nas tabelas 2(a) e (b) estão registadas, para cada estação, as espécies inventariadas e o respectivo número total de indivíduos encontrados de cada espécie. No Anexo I apresenta-se ainda a lista total das espécies e o seu respectivo estatuto de conservação.

Tabela 2(a) - Lista de espécies registadas em cada estação e respectivo número de indivíduos. Uma espécie assinalada por um X significa que esta foi encontrada naquela estação mas fora do período normal de amostragem (aferição da metodologia, outras visitas às estações, etc), não entrando por isso na contabilização geral.

Nome	**Canal e C.C. de Pedra Figueira**	**Canal e C.C. de Alforfa**	**Canal e C.C. de Coucinhos**
Mamíferos			
Ordem Insectivora			
Sorex minutus	3		
Sorex granarius	30		1
Neomys anomalus	X	1	2
Crocidura russula	96	3	48
Soricidae n.i.	2		
Talpa occidentalis	3		
Ordem Chiroptera			
Myotis emarginatus			1
Pipistrellus pipistrellus	X		
Hypsugo savii	2		
Plecotus auritus	5		
Ordem Rodentia			
Arvicola sapidus	3		1
Microtus Pitymys lusitanicus	60	13	24
Microtus agrestis	19	2	10
Apodemus sylvaticus	281	6	142
Rattus sp.	2	1	
Mus sp.	3		6
Eliomys quercinus	33		1
Rodentia n.i.	1		
Micromamífero n.i.	62		25
Ordem Lagomorpha			
Lepus capensis			
Oryctolagus cuniculus			2
Ordem Carnivora			
Vulpes vulpes			X
Mustela nivalis	5	1	2
Mustela putorius	1		1
Martes foina	2		2
Genetta genetta			
Herpestes ichneumon	1		
Carnivora n.i.			1

Tabela 2(a) - Lista de espécies registadas em cada estação e respectivo número de indivíduos (continuação).

Nome	Canal e C.C. de Pedra Figueira	Canal e C.C. de Alforfa	Canal e C.C. de Coucinhos
Aves			
Ordem Falconiformes			
Falco tinnunculus			
Falco subbuteo			
Ordem Galliformes			
Alectoris rufa	X		
Ordem Apodiformes			
Apus apus			1
Ordem Passeriformes			
Anthus campestris	1		
Motacilla cinerea	7	1	
Motacilla sp.			1
Cinclus cinclus			
Troglodytes troglodytes	2	1	2
Prunella modularis	6	1	3
Erithacus rubecula			
Phoenicurus ochrurus	3	1	2
Saxicola torquata	X		
Monticola saxatilis	1		
Turdus merula			1
Sylvia undata	2		
Sylvia communis	3	1	
Sylvia atricapilla			
Lanius excubitor			1
Emberiza cia	4		1
Emberiza hortulana	1		
Passeriforme n.i.	4		1
Ave n.i.	1		
Peixes			
Peixes n.i.	3		1

Tabela 2(a) - Lista de espécies registadas em cada estação e respectivo número de indivíduos (continuação).

Nome	Canal e C.C. de Pedra Figueira	Canal e C.C. de Alforfa	Canal e C.C. de Coucinhos
Répteis			
Ordem Sauria			
Anguis fragilis	X		
Chalcides bedriagai			2
Chalcides chalcides	X		
Chalcides sp.	X		
Lacerta lepida	6	5	3
Lacerta schreiberi	17	2	10
Lacerta monticola	18		1
Podarcis bocagei	2		
Podarcis hispanica	14		
Podarcis sp.	3	1	
Psammodromus algirus	3	1	4
Lacertideo n.i.	1		
Ordem Ophidia			
Coronella austriaca	2		
Coronella girondica			
Elaphe scalaris		1	1
Malpolon monspessulanus	X	1	X
Natrix maura	6	4	4
Natrix natrix	6	1	2
Natrix sp.		1	
Colubrideo n.i.			1
Vipera latastei	2		
Ophidio n.i.			2
Anfíbios			
Ordem Urodela			
Salamandra salamandra	1	9	
Triturus boscai	X		
Triturus marmoratus			
Ordem Anura			
Alytes obstetricans	5	3	1
Bufo bufo	15	6	2
Bufo calamita			
Hyla arborea			
Rana iberica			1
Rana perezi	1		
Anura n.i.			2

Tabela 2(b) - Lista de espécies registadas em cada estação e respectivo número de indivíduos. Uma espécie assinalada por um X significa que esta foi encontrada naquela estação mas fora do período normal de amostragem (aferição da metodologia, outras visitas às estações, etc), não entrando por isso na contabilização geral.

Nome	**Canal e C.C. de Sabugueiro I**	**Canal e C.C. de Sabugueiro II**	**Canal e C.C. de Sra. do Desterro**	**Canal e C.C. de Vila Cova**
Mamíferos				
Ordem Insectivora				
Sorex minutus				
Sorex granarius		9	3	
Neomys anomalus		X		
Crocidura russula		7	5	
Soricidae n.i.				
Talpa occidentalis		1	2	1
Ordem Chiroptera				
Myotis emarginatus				
Pipistrellus pipistrellus				
Hypsugo savii				
Plecotus aurirus				
Ordem Rodentia				
Arvicola sapidus		4	4	1
Microtus Pitymys lusitanicus		13	17	
Microtus agrestis		1	5	
Apodemus sylvaticus		92	89	
Rattus sp.				1
Mus sp.		1	2	
Eliomys quercinus		5	1	
Rodentia n.i.				
Micromamífero n.i.	1	4	14	4
Ordem Lagomorpha				
Lepus capensis	1			
Oryctolagus cuniculus		1		
Ordem Carnivora				
Vulpes vulpes		1		
Mustela nivalis		1	2	
Mustela putorius				
Martes foina		1		
Genetta genetta				1
Herpestes ichneumon				
Carnivora n.i.				

Tabela 2(b) - Lista de espécies registadas em cada estação e respectivo número de indivíduos (continuação).

Nome	Canal e C.C. de Sabugueiro I	Canal e C.C. de Sabugueiro II	Canal e C.C. de Sra. do Desterro	Canal e C.C. de Vila Cova
Aves				
Ordem Falconiformes				
Falco tinnunculus		1		
Falco subbuteo		1		
Ordem Galliformes				
Alectoris rufa				
Ordem Apodiformes				
Apus apus				
Ordem Passeriformes				
Anthus campestris				
Motacilla cinerea	1		1	
Motacilla sp.				
Cinclus cinclus			2	
Troglodytes troglodytes			1	
Prunella modularis	1	4		
Erithacus rubecula		1		1
Phoenicurus ochrurus				
Saxicola torquata				
Monticola saxatilis				
Turdus merula			3	
Sylvia undata		1		
Sylvia communis				
Sylvia atricapilla			1	
Lanius excubitor				
Emberiza cia		1		
Emberiza hortulanus				
Passeriforme n.i.				
Ave n. i.		2		
Peixes				
Peixes n. i.				

Tabela 2(b) - Lista de espécies registadas em cada estação e respectivo número de indivíduos (continuação).

Nome	Canal e C.C. de Sabugueiro I	Canal e C.C. de Sabugueiro II	Canal e C.C. de Sra. do Desterro	Canal e C.C. de Vila Cova
Répteis				
Ordem Sauria				
Anguis fragilis	1	1	1	
Chalcides bedriagai				
Chalcides chalcides				
Chalcides sp.				
Lacerta lepida			1	1
Lacerta monticola				
Lacerta schreiberi		1		1
Podarcis bocagei		1		
Podarcis hispanica		2		
Podarcis sp.				
Psammodromus algirus				
Lacertideo n. i.				
Ordem Ophidia				
Coronella austriaca				
Coronella girondica		1		
Elaphe scalaris				
Malpolon monspessulanus				1
Natrix maura			4	
Natrix natrix			2	4
Natrix sp.				
Colubrideo n.i.				1
Vipera latastei				1
Ofidio n.i.				
Anfíbios				
Ordem Urodela				
Salamandra salamandra		10	1	
Triturus boscai		9		
Triturus marmoratus		154		
Ordem Anura				
Alytes obstetricans		12	5	
Bufo bufo		12	9	18
Bufo calamita		8		
Hyla arborea		5		
Rana iberica		1	1	2
Rana perezi		7	1	
Anura n. i.		6		

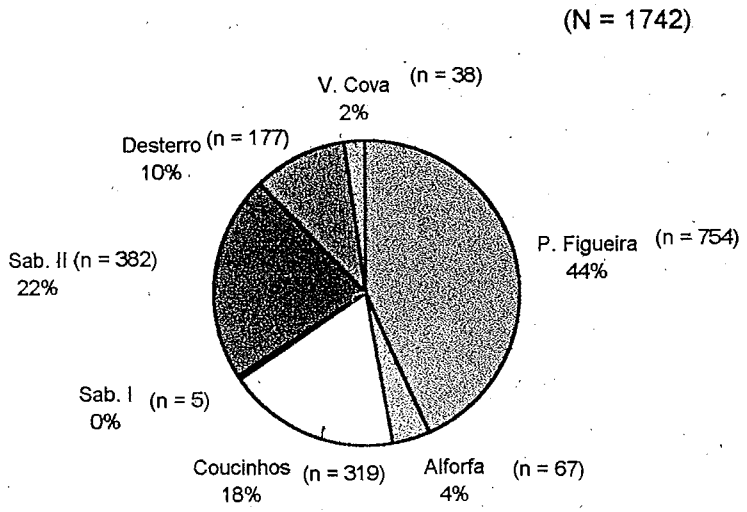


Fig. 8 - Gráfico da proporção do número de indivíduos encontrados em cada estação de amostragem.

Em Pedra Figueira foi encontrado o maior número de indivíduos (*cf.* gráfico da Fig. 8) (n = 754), seguida de Sabugueiro II (n = 382) e Coucinhos (n = 319) representando respectivamente 44 %, 22 % e 18 % do total recolhido. Em Sabugueiro I apenas foram encontrados 5 indivíduos, resultado ao qual não estará alheio o facto de este canal se encontrar coberto na maior parte da sua extensão.

Verifica-se assim que o conjunto das estações implantadas na Ribeira de Alforfa são as que mais baixas provocam com 66 % dos indivíduos registados.

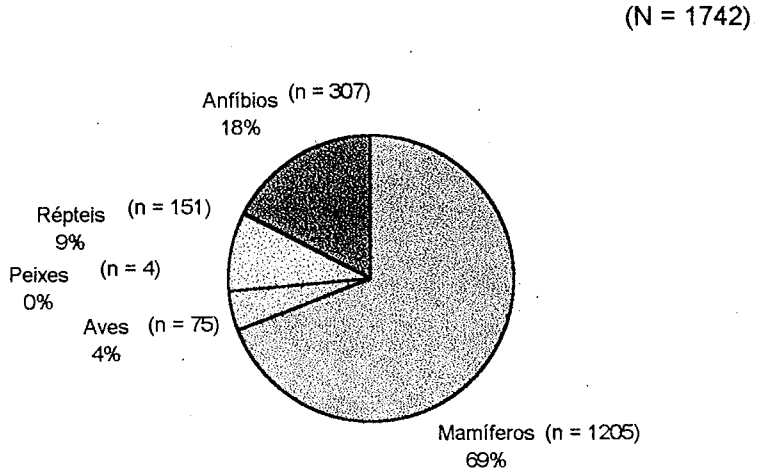


Fig. 9 - Gráfico da proporção de cada classe no total dos indivíduos contabilizados.

O gráfico da Fig. 9 mostra que os Mamíferos (n = 1205), representando 69 % dos indivíduos recolhidos, são os que mais baixas sofrem; seguem-se os Anfíbios com 307 indivíduos (18 % do total). Os Répteis com 9 % (n = 151), e as Aves representando 4 % (n = 75) são igualmente vitimados em grande número por estes empreendimentos. Os Peixes são os menos atingidos, tendo sido registados apenas 4 indivíduos. No

entanto, foram vistos outros indivíduos que se mostraram difíceis de contabilizar, devido à sua grande mobilidade.

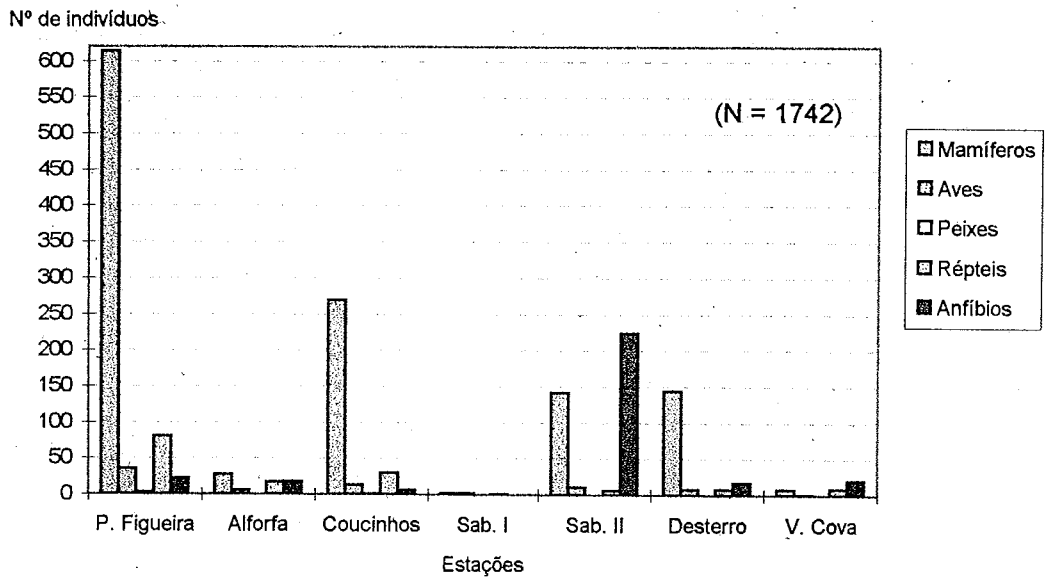


Fig. 10 - Gráfico do número de indivíduos de cada classe contabilizado em cada estação.

Com excepção de Sabugueiro II e Vila Cova, onde predominaram os Anfíbios, os Mamíferos foram igualmente, os mais atingidos em quase todas as estações (*cf.* gráfico da Fig. 10). De notar a enorme desproporção da quantidade muito elevada de Mamíferos em P. Figueira (n = 614) relativamente ao número dos restantes grupos, tanto dentro da própria estação como em relação às outras.

Dentro dos mamíferos, os roedores correspondem a 70 % e os insectívoros a 18 %. Os carnívoros representam 2%, os quirópteros 1 % e os lagomorfos menos de 1 %.

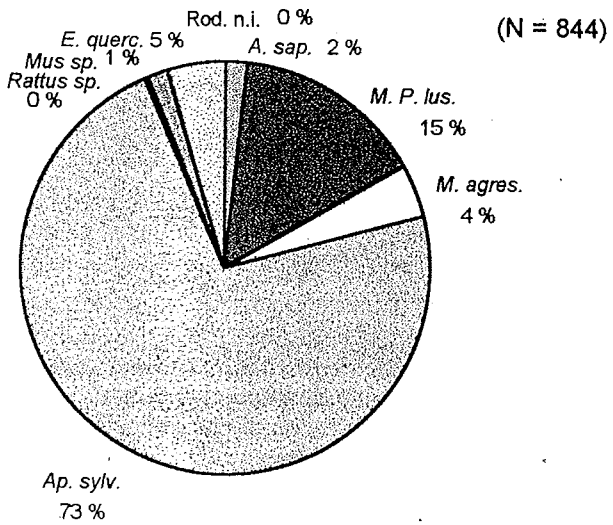


Fig. 11 - Gráfico da proporção de cada espécie, dentro da ordem Rodentia.

Legenda: *Ap. sylv.- Apodemus sylvaticus*; *E. querc.-Eliomys quercinus*; Rod. n.i.-Roedor não identificado; *A. sap.-Arvicola sapidus*; *M. P. lus.-Microtus Pitymys lusitanicus*; *M. agres.-Microtus agrestis*;

Nos roedores (gráfico da Fig 11), *Apodemus sylvaticus* representa a grande maioria com 73 % seguido de *Microtus (Pitymys) lusitanicus* com 15 %.

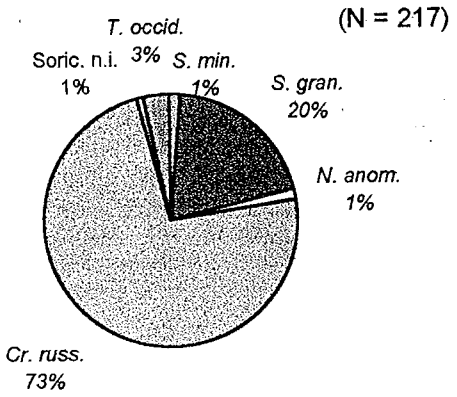


Fig. 12 - Gráfico da proporção de cada espécie, dentro da ordem Insectivora.
Legenda: *Cr. russ.-Crocidura russula*; *N. anom.-Neomys anomalus*; *S. gran.-Sorex granarius*; *S. min.-Sorex minutus*; *T. occid.-Talpa occidentalis*; Soric. n.i.-Soricidae não identificado.

Nos insectívoros (gráfico da Fig. 12), os mais frequentes são *Crocidura russula* (73 %) e *Sorex granarius* (20 %). É de mencionar as espécies *Sorex minutus* e *Neomys anomalus*, cuja dificuldade em detectar tem impedido o conhecimento mais profundo da sua ecologia.

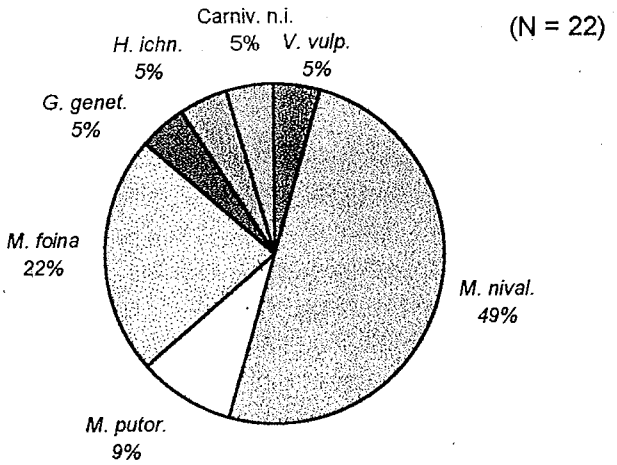


Fig. 13 - Gráfico da proporção de cada espécie, dentro da ordem Carnivora.
Legenda: *M. nival.-Mustela nivalis*; *M. putor.-Mustela putorius*; *M. foina-Martes foina*; *G. genet.-Genetta genetta*; *H. ichn.-Herpestes ichneumon*; *V. vulp.-Vulpes vulpes*; Carniv. n.i.-Carnívoro não identificado;

Nos carnívoros (gráfico da Fig. 13), *Mustela nivalis* com 49 % e *Martes foina* com 22 % dos indivíduos encontrados foram as espécies mais frequentes.

A espécie de quirópteros encontrada em maior número foi *Plecotus auritus* (n = 5), logo seguida de *Hypsugo savii* (n = 2). *Myotis emarginatus* apenas foi encontrado um indivíduo.

Nas Aves, os passeriformes foram a grande maioria dos indivíduos identificados (94.5 %). Notou-se aqui uma maior incidência sobre os indivíduos jovens (58 %), correspondendo, provavelmente, à altura dos seus primeiros voos. O gráfico da figura 14 representa a proporção de cada espécie de passeriformes, nesta classe.

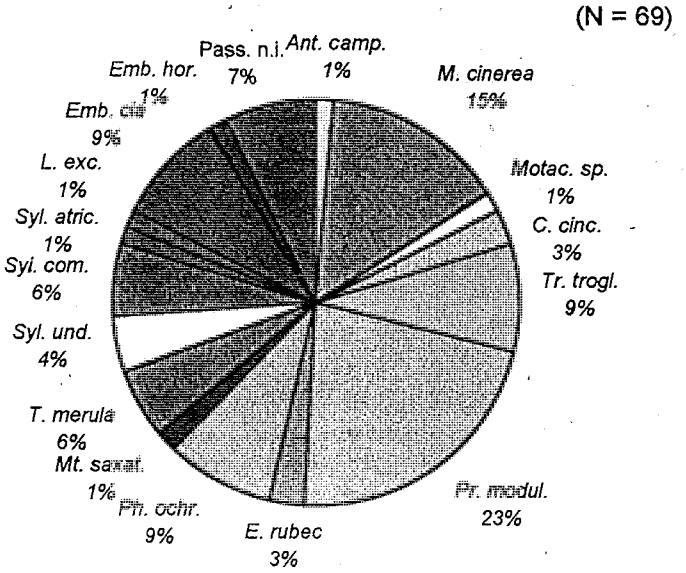


Fig. 14 - Gráfico da proporção de cada espécie, dentro da ordem Passeriformes.

Legenda: *Ant. camp.-Anthus campestris; M. cinerea-Motacilla cinerea;Motac. sp.-Motacilla sp.; C. cinc.-Cinclus cinclus; Tr. trogl-Troglodytes troglodytes; Pr. modul.-Prunella modularis; E rubec.-Erithacus rubecula; Ph. ochr.-Phoenicurus ochrurus; Mt. saxat.-Monticola saxatilis; T. merula-Turdus merula; Syl. und.-Sylvia undata; Syl. com.-Sylvia communis; Syl. atric.-Sylvia atricapilla; L. exc.-Lanius excubitor; Emb. cia-Emberiza cia; Emb. hor.-Emberiza hortulana;* Pass. n.i.-Passeriforme não identificado.

A maioria dos anfíbios recolhidos foram encontrados ainda vivos (n = 204) (66 %). Este facto deve-se a uma maior resistência deste grupo a uma permanência mais prolongada dentro de água. No entanto, uma boa parte destes foram encontrados sobre restos vegetais e outros materiais encontrados normalmente a boiar, o que lhes permitiu sobreviver por mais algum tempo. Contrariamente, apenas 34.7 % dos répteis (n = 51) foram encontrados vivos. É de salientar que todos estes animais acabariam por morrer, visto que as possibilidades de qualquer animal sair do canal, pelos seus próprios meios, a partir do momento em que cai nestas estruturas, são quase inexistentes.

A maioria dos Répteis contabilizados pertencem à família Lacertidae representando 65 % do total de mortes, nesta classe. Os ofídeos representam ainda uma importante parte com 32 %. As famílias Anguidea e Escincidea não ultrapassam no seu conjunto 3 %.

Na família Escincidea, destaque para *Chalcides bedriagai*, espécie com uma distribuição escassa dentro do PNSE (Godinho *et al.*, 1996).

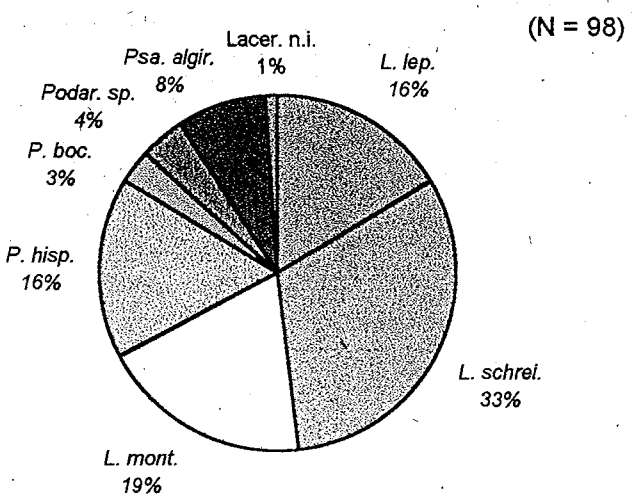


Fig. 15 - Gráfico da proporção de cada espécie, dentro da família Lacertidae.

Legenda: *L. lep.- Lacerta lepida*; *L. schrei.-Lacerta schreiberi*; *L. mont.-Lacerta monticola*; *P. hisp.-Podarcis hispanica*; *P. boc.-Podarcis bocagei*; *Psa. algir.-Psammodromus algirus*; Lacer. n.i.- Lacertideo não identificado;

Nos lacertídeos (gráfico da Fig. 15), as espécies mais vitimadas foram *Lacerta schreiberi* com 33 %, *Lacerta monticola* com 19 % e *Lacerta lepida* com 16 % do total. É de assinalar a importante presença de Lagartixa-da-montanha (*Lacerta monticola*), um endemismo ibérico com estatuto de conservação "Raro", cuja a ocorrência em Portugal, se limita ao Planalto Central da Serra da Estrela.

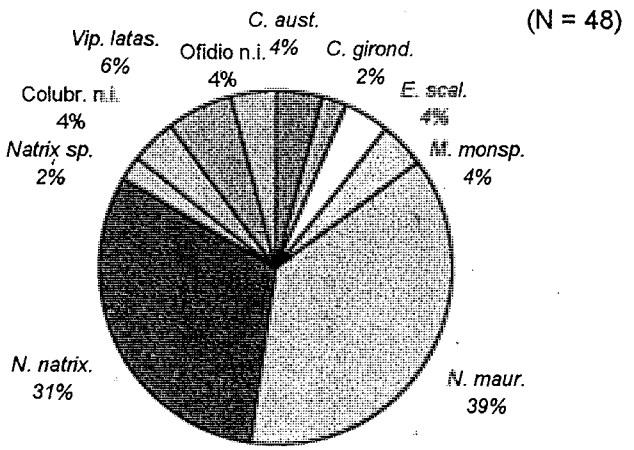


Fig. 16 - Gráfico da proporção de cada espécie, dentro da família Ophidia.

Legenda: *C. aust.-Coronella austriaca*; *C. girond.-Coronella girondica*; *E. scal.-Elaphe scalaris*; *M. monsp.-Malpolon monspessulanus*; *N. maur.-Natrix maura*; *N. natrix-Natrix natrix*; Colubr. n.i.-Colubrideo n.i.; *Vip. latas.-Vipera latastei*;

Nos Ofideos (gráfico da Fig. 16), o género *Natrix* foi sem dúvida o mais atingido com 72 % do número total de indivíduos. É de assinalar a ocorrência de *Coronella austriaca*, espécie importante para a conservação no PNSE (Godinho *et al.*, 1996) e de *Vipera latastei* com estatuto de conservação "Indeterminado".

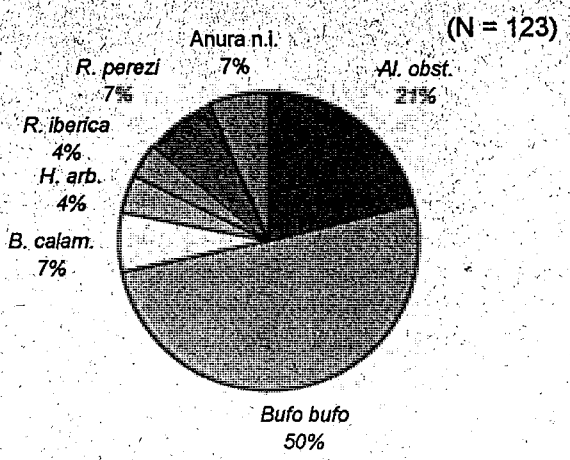


Fig. 17 - Gráfico da proporção de cada espécie, dentro da ordem Anura.
Legenda: *Al. obst.-Alytes obstetricans*; *B. calamita-Bufo calamita*; *H. arb.-Hyla arborea*; *R. iberica-Rana iberica*; *R. perezi-Rana perezi*;

Nos Anfíbios, os Urodelos representam 62 % e os Anuros 38 % dos indivíduos encontrados. Nos Urodelos, *Triturus marmoratus* representa 84 %, *Salamandra salamandra* 11 % e *Triturus boscai* 5%. Nos Anuros (*cf.* gráfico da Fig. 17), *Bufo bufo* representa metade dos indivíduos contabilizados (50 %) e *Alytes obstetricans* representa 21 %.

Além das espécies mencionadas foi registada a queda nos canais de animais domésticos: uma vaca, uma cabra e um pombo correio. Estes casos são relativamente frequentes, e representam óbvios prejuízos para os seus proprietários.

Registou-se também a queda de uma pessoa que, apenas devido à rápida intervenção de outras que a acompanhavam, não atingiu dimensões mais trágicas.

Verificamos que a mortalidade se exerceu especialmente sobre indivíduos que caíram ao andarem nas imediações dos canais de adução. No entanto também foram encontrados animais como o Rato-de-água (*Arvicola sapidus*), o Musaranho-de-água (*Neomys anomalus*) e peixes que terão sido provavelmente arrastados dos cursos de água onde habitam para dentro destes, devido à forma como é captada a água para estas estruturas e por não existirem quaisquer protecções que impeçam esta situação (como foi alertado já anteriormente por Carvalho, 1995).

Das espécies selvagens registadas 11 (15.9 %) possuem estatuto de conservação (1 Em Perigo, 1 Vulnerável, 1 Raro, 4 Indeterminado e 4 Insuficientemente Conhecido) atribuído pelo Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal (Cabral *et al.*, 1990): 5 espécies de mamíferos, 4 de aves e 2 de répteis, num total de 40 indivíduos.

Verifica-se também que 27 das espécies registadas (39.1 %) pertencem ao Anexo II da Convenção de Berna ("Espécies de fauna estritamente protegidas") num total de 184 indivíduos, 32 espécies (46.4 %) pertencem ao Anexo III desta mesma convenção ("Espécies da fauna protegidas") num total de 744 indivíduos.

É de salientar o número de vítimas de Lagartixa-da-montanha (*Lacerta monticola*) (n = 19) e de Morcego-orelhudo-castanho (*Plecotus auritus*) (n = 5). As restantes espécies com estatuto de conservação não ultrapassaram os 3 indivíduos cada. O Morcego-lanudo (*Myotis emarginatus*), espécie com estatuto de "Em perigo" e foi contabilizado apenas 1 indivíduo.

O maior número de indivíduos foi encontrado nos meses de Verão (n = 872) e Outono (n = 540). Não obstante o facto de não termos praticamente dados do período de Inverno (apenas três vistorias), e os dados de Outono corresponderem apenas ao ano de 95, existem vários factores que influenciam não só a presença mas também a permanência mais ou menos prolongada, de animais nas câmaras de carga e canais de adução:

1. O volume de água turbinado. A deslocação de um enorme volume de água pelos canais de adução, a uma grande velocidade, durante o turbinamento, faz arrastar todos os indivíduos que aí terão caído. Esses animais, após entrarem nas câmaras de carga, são conduzidos rapidamente para as grelhas de retenção à entrada da conduta forçada, onde a força exercida é muitíssimo elevada. Este facto aliado à distância existente entre os dentes da referida grelha (por vezes de 4.0 cm como em Sabugueiro II) e também à posição desta em relação ao local onde o canal desemboca (lateral ou frontal), faz com que os indivíduos as trespassem com maior ou menor rapidez. Isto sucede tanto com a fauna de maiores como de menores dimensões. Por exemplo, um carnívoro de pequeno porte como a doninha trespassa facilmente algumas grelhas. No caso de animais como os répteis, ou de tamanho reduzido como alguns insectívoros, essa passagem dá-se mesmo quando não está em turbinamento;

2. As descargas de superfície. Especialmente durante o Inverno mas também frequentemente nas outras estações do ano, tanto os canais de adução como as câmaras de carga deixam sair água do seu interior por dispositivos denominados descarregadores de superfície. Estes dispositivos controlam o volume de água existente naquelas estruturas deixando sair a excedente. São locais onde as paredes se encontram rebaixadas em relação à sua altura predominante. Na altura em que existem essas descargas, particularmente violentas e prolongadas no tempo, em épocas de muita água, tudo o que se encontra na massa de água, e em especial à superfície é arrastado para fora;

3. Saída de água pelas paredes dos canais. Nos empreendimentos cuja água circulante não é controlada preferencialmente por descargas de água armazenada, mas a sua captação é feita também directamente a partir dos cursos de água, como é o caso das implantadas na Ribeira de Alforfa, a água transborda não só pelos dispositivos atrás referidos como pelo topo das suas paredes. Deste modo, a quantidade de água que sai é impossível de controlar, visto que esta dependente da escorrência superficial e do caudal dos cursos de água. Estas saídas de água podem ser muito prolongadas no tempo, durante a época de chuvas, perdendo-se assim grande quantidade de dados;

4. Necrofagia por parte dos predadores. A ocorrência de dois Falconídeos numa das vistorias deveu-se provavelmente a uma tentativa mal sucedida por parte destas aves para se alimentarem de outras vítimas. Foi igualmente encontrado durante as vistorias efectuadas no decorrer da aferição da metodologia, um musaranho fora do canal de adução, com marcas de ter sido agarrado por um bico. A própria mortalidade entre os carnívoros poderá ser atribuída, em parte, a tentativas de necrofagia sobre indivíduos que se encontrem já dentro do canal. No entanto, o desaparecimento de indivíduos devido a este factor, deve ser mínimo, já que grande parte das tentativas devem acabar na morte dos seus intervenientes;

5. Limpeza das grelhas de retenção. Especialmente por se encontrarem a descoberto, mas também devido aos materiais arrastados com a água para dentro dos canais de adução, existe uma grande acumulação de detritos e animais ao longo do canal e em especial na câmara de carga, tanto no fundo como junto à grelha de retenção. Tirando partido dessa acumulação, dá-se igualmente o desenvolvimento de macrófitas aquáticas que chegam a tomar grandes proporções. Os detritos (especialmente vegetais, lixos e

animais mortos) são periodicamente limpos por funcionários de manutenção, visto que chegam a dificultar a entrada de água na conduta forçada. Algumas câmaras de carga possuem ainda dispositivos mecânicos de limpeza das grelhas, chegando a periodicidade dessas limpezas a ser diária, dependendo da sua necessidade. Os animais mortos retirados são deixados nas imediações ou atirados para mais longe, ficando à mercê de outros animais que aproveitam para deles se alimentarem. Assim, alguma da informação foi perdida, na medida em que esses indivíduos não foram contabilizados.

6. Deposição dos indivíduos entre os sedimentos e a vegetação do fundo. Também a deposição dos animais no fundo da câmara de carga e até mesmo do canal de adução, impede por vezes a sua detecção, ficando estes escondidos no meio dos sedimentos e da vegetação. A profundidade da câmara de carga e a turbidez da água, devido às obras que têm decorrido em algumas centrais, contribuíram igualmente para a não detecção dos animais.

7. Diferenças de pluviosidade intra-anuais. O Outono de 1994, Inverno de 94/95 e Primavera de 95 foi um período onde a pluviosidade foi muito baixa. Por esta razão, tanto o armazenamento de água nas albufeiras que servem estes empreendimentos, como a escorrência superficial e consequentemente os caudais dos cursos de água, foram relativamente baixos. Este facto reduziu ou mesmo impossibilitou o turbinamento em períodos largos de tempo, nomeadamente na Primavera e Verão de 95 e até o início das primeiras chuvas no Outono de 96. O mesmo não aconteceu em igual período de 95/96. Foi um ano onde a pluviosidade foi muito elevada, o que permitiu o uso permanente de enormes volumes de água assim como o seu armazenamento em grandes quantidades, possibilitando uma utilização muito mais prolongada no tempo. O turbinamento é um factor que influencia o número de animais que poderão ser recolhidos. Uma grande diferença no volume de água turbinado é causa suficiente para discrepâncias nos dados quantitativos. Durante o período normal de amostragem, houve algumas alturas (alguns dias ou pequenos períodos do ano) em que, devido essencialmente às causas meteorológicas referidas, nem todos os dias estas estruturas turbinaram (especialmente as implantadas na Ribeira de Alforfa).

4.1.1 a. Aferição da metodologia

Pedra Figueira

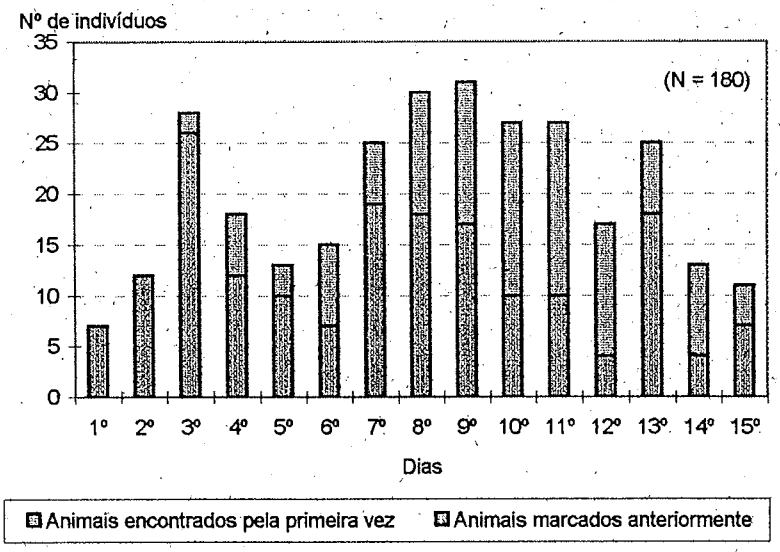


Fig. 18 - Gráfico do número de indivíduos encontrados em cada dia, na estação de Pedra Figueira, durante a aferição da metodologia.

No gráfico da Fig. 18 está representado o número de indivíduos encontrados por dia, durante este período, num total de 180 indivíduos. Deste número, 32 não foram devolvidos ao local de recolha, entrando apenas 148 animais para a aferição da metodologia. Na Tabela 3 estão representados o número de novos indivíduos, devolvidos ao local onde foram encontrados, em cada dia, e os encontrados nos dias subsequentes. Estes números estão ainda representados em percentagens do número inicial de indivíduos de cada dia. Durante estes quinze dias caíram 12.1 (*cf.* Tabela 4) novos indivíduos por dia.

Tabela 4 - Alguns valores médios, de desvio padrão, máximos e mínimos relativamente aos dados obtidos em Pedra Figueira, durante a aferição da metodologia.

	Média	Desvio padrão	Máximo	Mínimo
Número de novos indivíduos que caíram, por dia.	12.1	6.3	23	3
Percentagem do número inicial de indivíduos que caíram num dia, encontrados no dia seguinte.	32.2	24.8	100	0
Número de dias necessários para o desaparecimento total dos indivíduos que caíram, num determinado dia.	6.25	2.7	9	2

Verificou-se que pelo menos 50 % dos indivíduos novos encontrados num dia, já não eram encontrados no dia seguinte (com excepção dos 3 indivíduos encontrados no 14° dia). Assim, apenas 32.2 % (*cf.* Tabela 4) do número inicial foram encontrados no 2° dia após terem caído.

Verificou-se ainda serem necessários 6.25 dias (*cf.* Tabela 4) para o desaparecimento total do número de indivíduos que caíram num dado dia. No entanto, casos houve em que os 12 indivíduos caídos num dia desapareceram completamente após 2 dias.

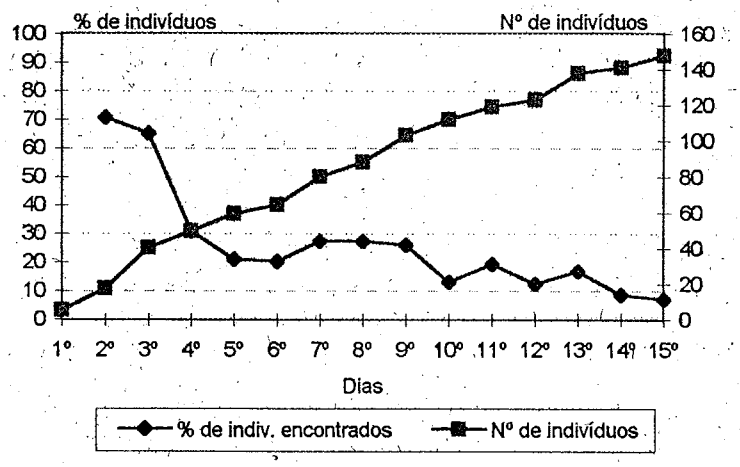


Fig. 19 - Gráficos: (1) número cumulativo de indivíduos que caíram no canal e câmara de carga de Pedra Figueira, e foram devolvidos após marcação e (2) percentagem de indivíduos encontrados em cada dia em relação ao número caído até aquele dia, durante a aferição da metodologia.

Tabela 3 - Número diário de novos indivíduos, que foram recolhidos e devolvidos ao mesmo local e encontrados nos dias subsequentes, e respectivas percentagens em relação ao número inicial de cada dia, na estação Pedra Figueira, durante a aferição da metodologia.

Dias	1°		2°		3°		4°		5°		6°		7ª		8°		9°		10°		11°		12°		13°		14°		15°	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1°	5	100	0	0	1	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2°			12	100	1	8.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3°					23	100	6	26.1	0	0	1	4.4	1	4.4	0	0	3	13.0	1	4.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4°							9	100	3	33.3	2	22.2	1	11.1	2	22.2	2	22.2	2	22.2	2	22.2	1	11.1	0	0	0	0	0	0
5°									10	100	5	50.0	2	20.0	2	20.0	2	20.0	1	10.0	1	10.0	1	10.0	0	0	0	0	0	0
6°											5	100	2	40.0	2	40.0	2	40.0	2	40.0	2	40.0	2	40.0	1	20.0	1	20.0	0	0
7°													16	100	6	37.5	2	12.5	4	25.0	3	18.7	4	25.0	1	6.3	0	0	0	0
8°															8	100	2	25.0	3	37.5	3	37.5	2	25.0	1	12.5	2	25.0	0	0
9°																	15	100	4	26.6	3	20.0	1	6.7	1	6.7	1	6.7	0	0
10°																			9	100	3	33.3	1	11.1	1	11.1	2	22.2	0	0
11°																					7	100	1	14.3	0	0	0	0	0	0
12°																							4	100	2	50.0	2	50.0	0	0
13°																									15	100	1	6.7	1	6.7
14°																											3	100	3	100
15°																													7	100

Segundo o gráfico da Fig. 19, se a amostragem fosse feita de dois em dois dias provavelmente apenas seriam encontrados cerca de 70 % do número de indivíduos vitimados mas se esse intervalo aumentasse para quatro dias essa percentagem desceria para menos de metade das baixas provocadas (31.0 %). No 15° dia, apenas foram encontrados 11 indivíduos, ou seja 7.2 % do total.

Aplicando uma estimativa que tenha por base a taxa de decréscimo do número de indivíduos encontrados (gráfico da Fig. 19), tendo em conta que a partir do 10° dia apenas restavam 10 a 20 % dos indivíduos caídos, o número real de indivíduos vitimados nesta estação, durante o período normal de amostragem poderá ser pelo menos, 5 a 10 vezes superior ao número contabilizado. Assim, em vez de 754 indivíduos correspondentes, em número, a cerca de 10 meses, podem ter caído neste canal entre 3770 e 7540 indivíduos.

Sabugueiro II

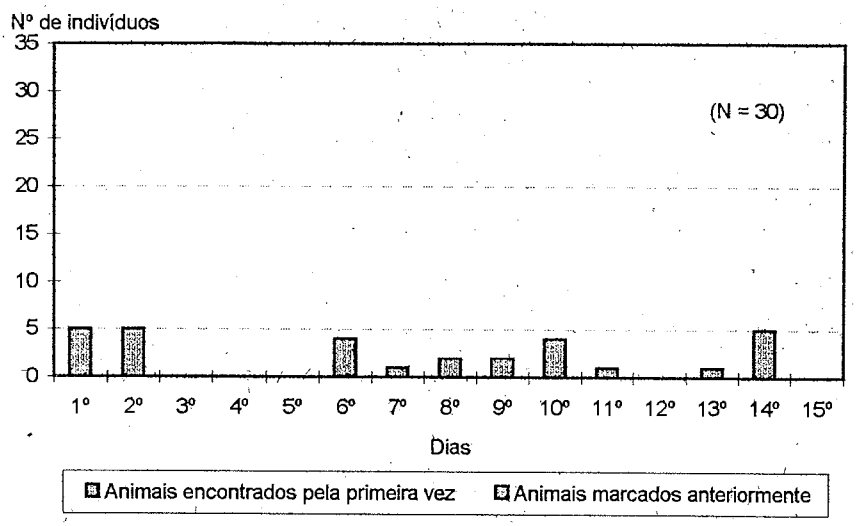


Fig. 20 - Gráfico do número de indivíduos encontrados em cada dia, na estação Sabugueiro II, durante a aferição da metodologia.

Nesta estação foram recolhidos um total de 30 indivíduos, dos quais 6 estavam ainda vivos.

Pelo gráfico da Fig. 20 verifica-se que todos os animais que caíram de novo neste canal, desapareceram no mesmo dia, não sendo nunca encontrados nos dias subsequentes. Nalguns dias, não foi mesmo recolhido qualquer animal.

Assim sendo, pode concluir-se que os indivíduos encontrados nesta estação ao longo do período normal de amostragem correspondiam unicamente a quedas originadas no próprio dia ou em dias muito próximos, em que por qualquer razão não turbinou.

4.1.2. Efeito barreira

Nos empreendimentos existentes no PNSE não existem zonas completamente isoladas formando ilhas mas neste momento o vale da Ribeira de Alforfa, o canal que liga a Barragem do Lagoacho à câmara de carga da Central de Sabugueiro II ou alguns troços do vale do Rio Alva são zonas de divisão entre vastos e importantes habitats existentes na Serra da Estrela, nomeadamente dentro da Reserva Biogenética do Maciço Central da Serra da Estrela. De salientar que, se algumas destas barreiras têm apenas

alguns anos (canal de adução de Sabugueiro II), outros há que estão construídos desde os anos 40 e 50 (os restantes casos).

4.2. Outros dados biológicos

Este trabalho permitiu referenciar 4 espécies de Mamíferos, não anteriormente dadas ou confirmadas para esta área protegida: 1 insectívoro (*Sorex minutus*), 2 quirópteros (*Plecotus auritus* e *Myotis emarginatus*) e um carnívoro (*Herpestes ichneumon*). Foi confirmada ainda a ocorrência de um quiróptero (*Hypsugo savii*) cujas únicas referencias dentro do PNSE, datam do início deste século (Seabra 1900, 1905, 1910 *in* Palmeirim, 1990).

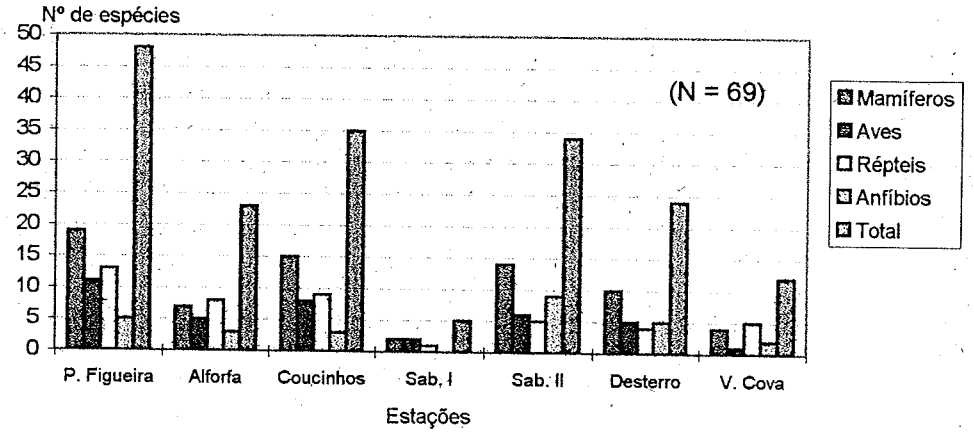


Fig. 21 - Gráfico do número de espécies da cada classe, referenciado para cada estação.

O maior número de espécies (*cf.* Fig. 21) foi registado em P. Figueira (n = 48), Coucinhos (n = 35) e Sabugueiro II (n = 34), sendo Sabugueiro I a estação onde se registou menos espécies (apenas 5).

P. Figueira e Coucinhos apresentam a maior riqueza específica, em todos as classes de vertebrados, excepto no que respeita aos Anfíbios em que Sabugueiro II contém o maior número de espécies (n = 9) e em que o Desterro iguala P. Figueira com 5 espécies.

Mamíferos

Das 27 espécies mencionadas no Plano de Ordenamento do PNSE (SNPRCN, 1987), foram encontradas 18, acrescentando-se ainda 6 espécies, neste não referenciadas.

Aves

As 20 espécies de Aves registadas foram já referenciadas no Plano de Ordenamento do PNSE (SNPRCN, 1987), correspondendo estas a 16.3 % do total aí mencionadas.

Répteis

Os 16 *taxa* de répteis registados representam 80 % do número de espécies encontrado por Godinho *et al.* (1996) e 76.2 % do total de espécies referenciadas para a área do PNSE por Crespo & Oliveira (1989 *in* Godinho *et al.*, 1996) e Godinho *et al.* (1996).

Anfíbios

As 9 espécies registadas representam 81.8 % do número de espécies encontrado por Godinho *et al.* (1996) e 69.2 % do total de espécies referenciadas para a área do PNSE por Crespo & Oliveira (1989 *in* Godinho *et al.*, 1996) e Godinho *et al.* (1996).

5. Discussão

5.1. Impacto sobre a fauna de vertebrados

5.1.1. Mortalidade

Os impactos destas estruturas, nomeadamente dos canais de adução, podem ser comparados aos efeitos provocados por vias de comunicação como estradas, auto-estradas e linhas ferroviárias rápidas como as linhas de TGV em França. Em vários países há já muito tempo que estes problemas têm vindo a ser estudados e acompanhados (Jacques & Garnier, 1982, Korhonen & Nurminen, 1987, CODA, 1991) e têm sido apontadas algumas soluções para a minimização dos importantes impactos negativos que provocam (De Graauw, 1977, CTGREF, 1978, Clergeau, 1993). A mortalidade é um deles e assume elevadas proporções, devido à grande extensão destas vias de comunicação. Embora a mortalidade nas estradas possa ter igualmente efeitos positivos, nomeadamente sobre as populações de predadores, na medida em que é uma fonte suplementar de alimento (Jacques & Garnier, 1982), quando se trata dos canais de adução este efeito não se verifica, uma vez que os animais vitimados não ficam à disposição dos predadores.

Os diversos tipos de amostragem utilizados nos estudos efectuados sobre a mortalidade nas estradas são obviamente diferentes da amostragem por nós seguida, o que nos impede de poder comparar resultados quantitativos. No entanto, é possível mencionar exemplos como o número de vertebrados mortos contabilizados nas estradas de todas as províncias de Espanha, num período de dois anos, que atingiu cerca de 29100 indivíduos (Redondo & Redondo, 1991).

Ao estudar o impacto de uma auto-estrada sobre a fauna de Mamíferos e Aves, na Finlândia, Korhonen & Nurminen (1987) verificaram a necessidade de a amostragem ser feita diariamente, de forma a não subestimar o número de mortos, visto que as vitimas de menores dimensões desapareciam em menos de um dia. Os resultados da aferição da metodologia mostraram que os dados por nós contabilizados estão igualmente subestimados em relação ao número real de indivíduos mortos. Se aplicarmos mais uma vez mesma estimativa, baseada no gráfico da Fig. 16 agora ao conjunto de todas as estações amostradas (sabendo à partida que foi verificada apenas numa estação, mas também que nalguns casos, como Sabugueiro II continua a subestimar o número real de vítimas) poderemos estimar o número total de indivíduos que caíram nas 7 estações de amostragem, mais uma vez correspondendo, em número, a 10 meses, como

variando entre 8730 e 17460 indivíduos. Há que lembrar ainda que grande parte destes empreendimentos estão implantados há pelo menos 40 anos.

No caso aqui estudado, os factores que influenciam a detectabilidade dos animais vitimados, permitem prever um menor volume de dados para os períodos de grande abundância de água, podendo mesmo estes serem inexistentes. No entanto, há que sublinhar que a não ocorrência de animais durante as vistorias não significará a sua não vitimação mas apenas a sua muito mais rápida eliminação de dentro destas estruturas.

O presente trabalho veio confirmar a elevada mortalidade que empreendimentos hidroeléctricos como os estudados provocam sobre a fauna de vertebrados terrestres, incluindo as espécies com estatuto de conservação e protegidas por legislação nacional e internacional. No Parque Natural de Montesinho, por exemplo, já foi encontrada uma Águia-Real (*Aquila chrysaetos*), vítima dos empreendimentos implantados nesta Área (Luis Moreira/PNM, *com. pess.*).

5.1.2. Efeito barreira

Os impactos provocados por projectos hidráulicos têm sido estudados em alguns países. Nos Estados Unidos, Krausman & Etchberger (1995) estudaram o impacto sobre os ungulados autóctones, de um projecto de transferência de água para fins industriais e de agricultura, através do deserto do Arizona por 293 km de canais, até ao centro e sul deste Estado. Para minimizar o impacto de barreiras como são as estradas, têm sido apontadas soluções que consistem: na colocação de vedações e outros mecanismos, para impedir o atravessamento (especialmente dos animais maiores); na criação de corredores de vegetação que possam conduzir os animais para locais propícios para o atravessamento; e na concepção e edificação de estruturas que funcionem como passagens para a fauna, permitindo assim a transposição destas barreiras implantadas pelo Homem (De Graauw, 1977, CTGREF, 1978, Clergeau, 1993).

Ao contrário de uma estrada, os canais de adução não necessitam de permanecer a céu aberto, e podem ser cobertos em toda a sua extensão, de forma a impedir, por um lado a enorme mortalidade e por outro o efeito de barreira.

Mas os canais de adução não são as únicas barreiras. Os açudes de acumulação e desvio de água para estes empreendimentos constituem igualmente barreiras intransponíveis para a fauna estritamente aquática como os peixes (Alves, 1991, Jalón, 1992) e a toupeira-de-água (Queiroz *et al.*, 1993). Além das barreiras fisicas (as próprias paredes edificadas), estas construções criam ainda barreiras ecológicas na medida em que os troços a jusante destes ficam completamente sem água. Estas barreiras não deixam que a fauna se desloque nas suas migrações, impedindo a sua reprodução (nomeadamente nos peixes) assim como isolando as populações a montante destas, podendo levar a longo prazo à sua extinção, por perda de variabilidade genética ou impossibilidade de recolonização após extinção local. Em Portugal, nalguns empreendimentos maiores (grandes barragens) foram sendo integrados dispositivos de passagem para peixes. Por razões várias têm-se mostrado muitos deles pouco eficazes (Alexandrino, 1990).

Nos empreendimentos estudados os açudes são todos de pequenas ou médias dimensões mas os impactos provocados não deixam de ser idênticos. Há por isso necessidade de implantação de vias que permitam tanto a passagem da fauna como a manutenção de um caudal ecológico. Alves (1993) considera o conceito de caudal ecológico, (derivado de Wesche & Rechard, 1980; Gordon *et al.*,1992 *in* Alves, 1993) como sendo "o caudal que permite assegurar a conservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos naturais, a produção de espécies com interesse desportivo ou

comercial, assim como, a conservação e manutenção dos ecossistemas ripícolas e os aspectos estéticos da paisagem ou outros de interesse científico ou cultural".

5.2. Outros dados biológicos

Todas as espécies de quirópteros foram encontradas no vale da Ribeira de Alforfa, a grande maioria deles a 1300 m de altitude (P. Figueira). As espécies *Hypsugo savii* e *Plecotus auritus* são características de zonas montanhosas de altitude, o que justifica a sua presença nesta estação. Com excepção de *Pipistrellus pipistrellus* todas as espécies registadas são raras e o conhecimento sobre a sua distribuição em Portugal é muito escasso (Palmeirim, 1990).

Todas as espécies de anfíbios e répteis referenciadas por Godinho *et al.* (1996) como prioritárias numa estratégia de conservação a estabelecer pelo PNSE (*Lacerta monticola*, *Coronella austriaca*, *Bufo calamita* e *Hyla arborea*) foram encontradas nos canais de adução, aliás uma delas (*Lacerta monticola*) em número relativamente elevado (n = 19). Moreira *et al.* (1994) estabeleceram a distribuição altitudinal desta espécie como não ultrapassando o limite inferior dos 1400 m. Neste trabalho, está espécie foi encontrada a 1300 m de altitude (Pedra Figueira). Este facto dever-se-á à existência de um habitat propício a esta espécie, que se prolonga a partir de locais onde ela ocorre. Este habitat traduz-se pela existência de cascalheiras naturais que se estendem desde os 1400 metros, descendo pela vertente Este do vale da Ribeira de Alforfa, e que este canal atravessa. A ocorrência de um indivíduo desta espécie a 775 m de altitude (Coucinhos), dever-se-á provavelmente ao seu arrastamento de locais a maior altitude, através do turbinamento.

Algumas vezes, foi encontrado na mesma vistoria, um número muito elevado de anfíbios, nomeadamente *Triturus marmoratus*. Pode referir-se o caso de Sabugueiro II onde, nos meses de Outubro e Novembro foram recolhidos, 15, 45 e 92 indivíduos. É nesta altura do ano que ocorrem as migrações destes animais para os locais de reprodução, ou seja para os ambientes aquáticos. Provavelmente, os canais terão sido escolhidos como local favorável para reprodução, devido à sua abundância em água.

Todas os canais de adução dos empreendimentos estudados, excepto Ponte Jugais e Vila Cova, atravessam biótopos dominados por matos de vegetação autóctone. No vale da Ribeira de Alforfa, Desterro e Sabugueiro II, os Giestais, os Urgueirais e os Pionais, pertencentes ao andar intermédio definido por Pinto da Silva & Telles (1986) e em Sabugueiro I o aparecimento do Zimbro, que denota já a transição para o andar superior, como definido pelos mesmos autores. Em Ponte Jugais domina a mata de espécies exóticas e Vila Cova dominam os campos agrícolas, uma parte deles abandonados e o Pinhal.

O vale da Ribeira de Alforfa, possui uma vegetação menos intervencionada que o vale do Rio Alva onde a plantação intensiva de Pinheiros e de Mimosas contribui para uma diminuição da diversidade faunística. Apesar dos fogos relativamente frequentes que costumam ocorrer, nomeadamente devido a queimadas por parte dos residentes e a descuidos, os matos que ocorrem em especial nos empreendimentos de Alforfa e em Sabugueiro I e II não ardem há já alguns anos. Por este facto, possuem já um desenvolvimento considerável, permitindo o estabelecimento de comunidades faunísticas mais equilibradas.

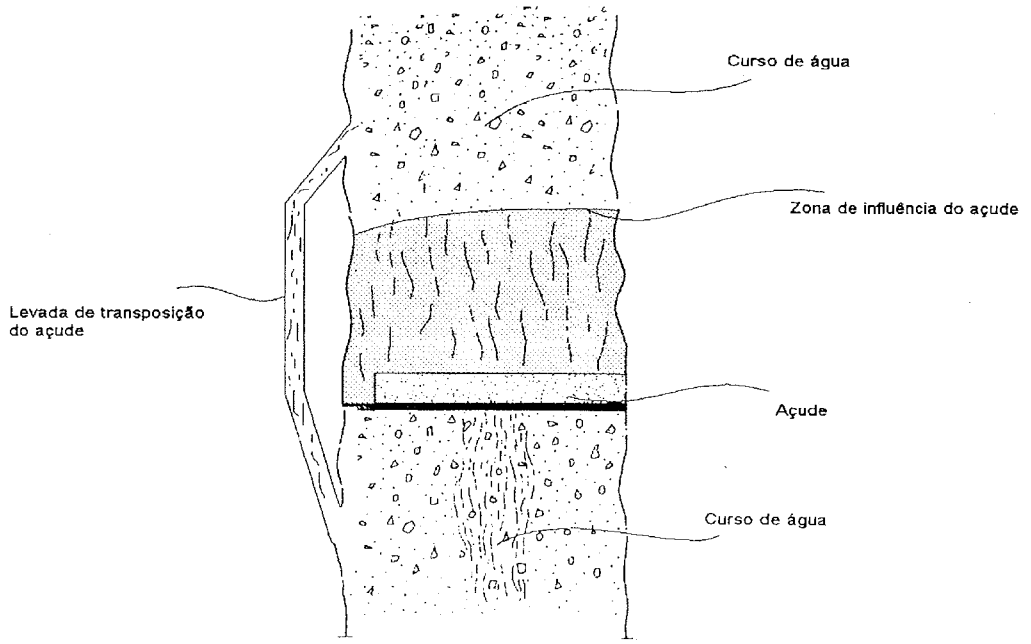
A grande diversidade biológica encontrada confere uma enorme importância aos habitats do PNSE, nomeadamente aos matos de espécies vegetais autóctones, porque, além de albergarem uma enorme biodiversidade, são o habitat de espécies muito importantes para a conservação, nomeadamente endemismos ibéricos.

6. Propostas de minimização dos impactos provocados

Tendo em conta os graves impactos provocados pela construção de empreendimentos hidráulicos e hidroeléctricos, tanto nos cursos de água como nos habitats onde estão implantados, sugerem-se formas de concepção e construção, tendentes a minimizar parte destes impactos.

6.1. Local de desvio e/ou retenção da água (açudes, barragens, etc.)

Estas estruturas, quando implantadas directamente nos cursos de água, deverão possuir mecanismos que permitam não só a manutenção de um caudal ecológico, mas também a livre deslocação dos animais que habitam os cursos de água, de jusante para montante destas barreiras e vice-versa. Uma estrutura do tipo das "levadas" de rega tradicionais, que desde há muito foram sendo construídas pelos habitantes locais parecem ser uma boa solução. No entanto, estas "levadas" terão de manter as suas características tradicionais, quer na forma, quer nos materiais de construção, como a pedra sobre pedra (pelo menos nos revestimentos interiores). Isto permite a existência de uma quantidade enorme de reentrâncias e pequenos buracos que são aproveitados como abrigo e esconderijo pelas espécies a que se destina estas passagens, ao mesmo tempo que permitem a sua colonização por espécies vegetais, havendo tendência para que formem um *continuum* com os habitats naturais. Permitem ainda diminuir a velocidade da corrente, muito mais elevada em canais de paredes lisas. A entrada destas "levadas" deverá ser colocada antes da zona de influência do açude (águas paradas e de maior profundidade), para que a água ali entrar naturalmente, de forma a existir uma corrente contínua, permanente e com relativa abundância. Esta medida permitiria a progressão com sucesso da toupeira-de-água (Queiroz *et al*,, 1993). As "levadas" deverão desaguar de forma não abrupta, para que não exista uma queda de água mas sim uma escorrência de baixo pendor. Esta característica permite que os animais (inclusivamente os peixes) consigam entrar e nela se deslocar, ao se dirigirem para montante. O esquema da Fig. 22 representa a solução preconizada.



Planta

Fig. 22 - Esquema representando a passagem de um açude por uma "levada" do tipo tradicional (*desenhado por Alberto Perpétua PNSE*)

Nos açudes onde a entrada da água para o canal de adução se faz directamente e à superfície, deverá existir uma grelha na entrada do canal para que os animais que habitam os cursos de água não sejam arrastados para dentro do canal. Essa grelha deverá ter uma distância máxima entre os dentes de 1 e 2 cm.

6.2. Canal de adução

O canal de adução deverá ser tapado em toda a sua extensão. Desta forma evita-se que animais ou pessoas lá possam cair, e permite que os animais possam passar de um lado para o outro, não constituindo uma barreira.

Se não houver necessidade de o canal vir a ser destapado periodicamente para fazer manutenção (razão apresentada muitas vezes pelas empresas exploradoras), o melhor será que a cobertura seja de carácter permanente, em betão por exemplo (esta solução foi adaptada em alguns troços de empreendimentos implantados no Parque Natural de Montesinho) (*cf.* Fig. 23). Assim, poderão vir a ser recobertos de novo com terra, evitando os efeitos de barreira e até o impacto visual na paisagem, sempre negativo neste tipo de estruturas.

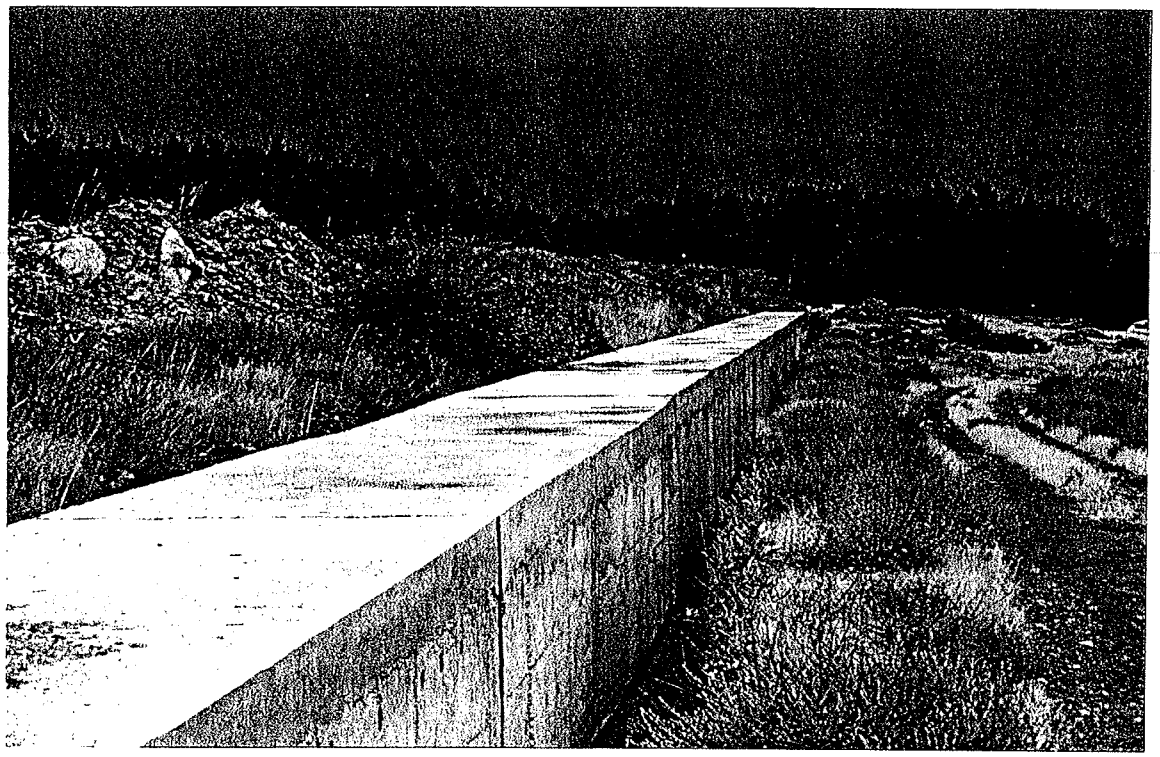


Fig. 23 - Troço de um canal de adução de um dos empreendimentos hidroeléctricos implantados no Parque Natural de Montesinho, coberto de uma forma definitiva, com uma placa em betão.

Se estas estruturas necessitarem de ser destapadas periodicamente, os materiais poderão ser vários. Propomos preferencialmente a colocação de tampas pré-fabricadas, em betão. Esta solução parece reunir várias características para ser uma boa opção:

- possui resistência suficiente para suportar o peso de alguém que possa subir para cima delas (pastores, agricultores, turistas, etc.) ou de gado, que muitas vezes se desloca nas suas imediações;

- são suficientemente pesadas para impedir que alguém as levante ou as possa levar, criando assim situações de perigo;

- podem ser fabricadas com o tamanho necessário e serem colocadas de forma a não deixarem espaços livres entre elas;

- não parecem criar situações de poluição;

- é uma solução relativamente económica, duradoura e de fácil colocação.

Outra solução que tem sido aplicada, em pelo menos um dos canais existentes no PNSE é a utilização das traves de madeira provenientes da substituição das linhas de caminho de ferro. Como vantagens desta solução pode referir-se a resistência a pesos consideráveis, a necessidade de um investimento menor, a sua durabilidade e resistência às intempéries (estas madeiras foram tratadas com óleos queimados, o que lhe dá uma grande resistência à degradação) e a sua fácil, rápida e expedita colocação.

No entanto, esta solução tem grandes inconvenientes. O mais importante é a poluição que poderão causar: estas madeiras, que com a lixiviação das intempéries começarão a largar os produtos com que foram tratadas (óleos queimados e outros), tanto para dentro dos canais como para os habitats que os rodeiam. É de sublinhar que a poluição que causaria apenas uma tábua (neglegenciável, tendo em conta a dimensão das estruturas) será muitíssimo ampliada pois terá de ser multiplicada por centenas ou milhares (só no PNSE existem 13 km de canais). Quando se sabe que a água de algumas destas estruturas se destina ao consumo da rede pública, a opção parece totalmente fora de causa. Existem ainda outros inconvenientes como este material ser facilmente retirado e deslocado provocando falhas. Estas falhas são perigosas para pessoas e gado que ali se poderão deslocar, assim como permitem que animais pequenos continuem a ser vitimados. O seu tempo de vida será provavelmente mais reduzido do que o de materiais como o cimento, e acabará por apodrecer, havendo necessidade de nova substituição. Estas madeiras, com tamanho "standard", podem não servir para canais com largura mais elevada, como se verifica em alguns existentes no PNSE.

Materiais como grelhas metálicas deverão ter malhas muito finas (inferiores a 1 cm^2), visto que os animais vitimados por estas estruturas são igualmente de muito reduzida dimensão. Ao mesmo tempo, estas permitem a entrada de luz, o que favorece o desenvolvimento de macrófitas aquáticas, tendo ainda o inconveniente da pouca durabilidade dos metais.

Outros materiais poderão ser usados tendo em vista os objectivos principais e após ponderadas as respectivas vantagens e desvantagens.

É de referir ainda que a existência de uma grelha de protecção à entrada do canal de adução, e este completamente tapado, traz vantagens para as empresas exploradoras, visto que impede a entrada de lixos e a instalação de plantas macrófitas, que provocam muitas vezes o entupimento das grelhas de retenção nas câmaras de carga, assim como impede que as intempéries façam estragos internos, diminuindo a necessidade de manutenções tão frequentes.

Em virtude destes aproveitamentos hidroeléctricos serem implantados quase sempre em zonas montanhosas, os canais de adução acompanham normalmente as encostas. Deste modo uma das paredes do canal fica normalmente encostada ao substrato, ficando a outra parede com a face livre. Estes muros podem ser mais ou menos altos, conforme o relevo, não podendo ser ultrapassados pelos animais mais pequenos, ainda que os canais se encontrem tapados. Deverão assim existir passagens para a fauna, nomeadamente para animais de pequeno porte como pequenos mamíferos, répteis e anfíbios. Estas passagens deverão ser feitas em terra formando assim um *continuum* entre as duas margens do canal. Deverá ser construída uma estrutura tipo

tampa, que permita que lhe seja colocada terra em cima, de forma a que a vertente de um dos lados do canal seja continuada por essa passagem até à outro lado do canal. Para que uma passagem deste tipo seja funcional para a fauna a que se destina, deverá ser semeada (ou deixar que se faça a regeneração natural) com a flora autóctone, mais uma vez de forma a que não seja encarada como uma barreira, mas sim como uma continuação dos habitats que pretende ligar. Muitos dos animais a que se destinam este tipo de passagens, apenas se deslocam em ambientes onde existe uma cobertura vegetal suficiente que os proteja dos ataques dos predadores e uma passagem estrategicamente colocada, pode revelar-se um autêntico fracasso apenas por não se ter em conta este tipo de pormenores. Na Fig. 24 mostra-se como a construção de um túnel num pequeno troço do canal de adução de Sabugueiro II, pode ser exemplo de uma passagem para fauna do tipo das sugeridas neste trabalho.

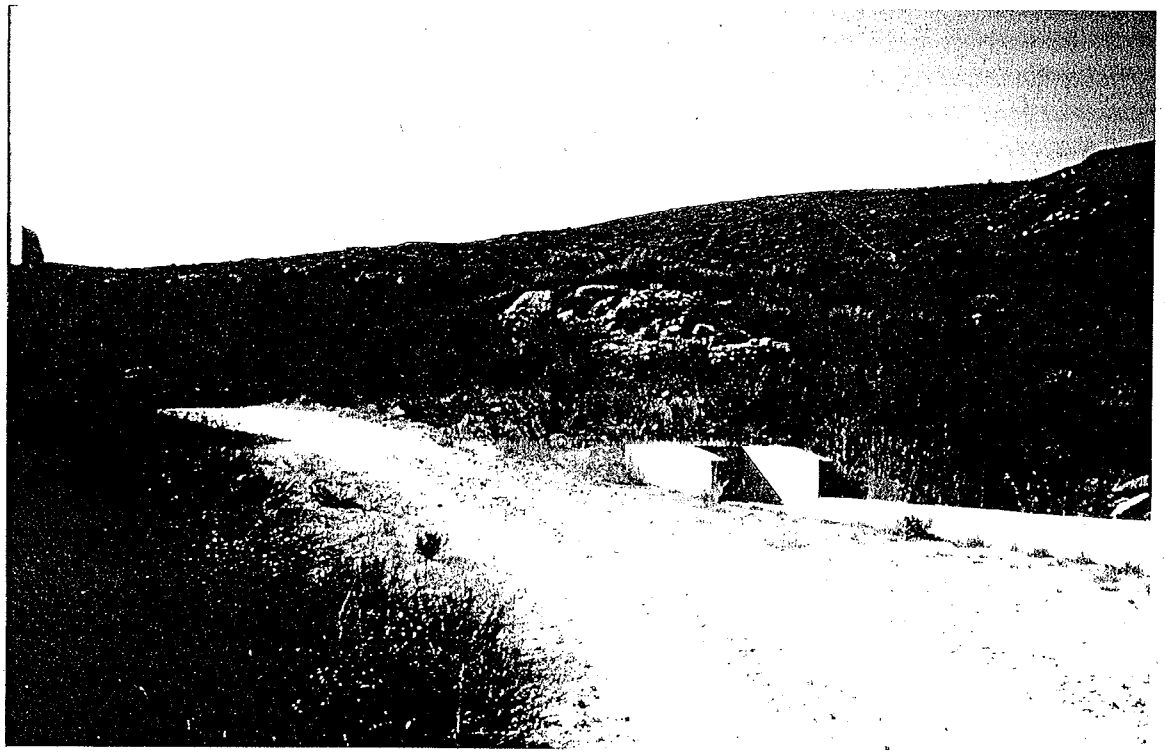


Fig. 24 - Troço do canal de adução de Sabugueiro II, construído em túnel.

No canal de adução da Central de Sabugueiro II, a existência de um fosso entre este muro e o substrato poderá ter sido uma causa provável de diminuição da mortalidade naquela estação. No entanto, quando se tratar de um canal tapado, este fosso não poderá existir, para que se mantenha a continuidade entre o substrato e estas estruturas. As passagens para a fauna terão de ter consideráveis dimensões de forma a não serem vistas como ameaças. Um comprimento de cerca de 6 metros parece razoável. A distância entre duas passagens consecutivas deverá rondar os 250 m, permitindo assim diminuir o efeito de barreira provocado pelo canal.

É pratica corrente, nomeadamente em alguns empreendimentos, o atravessamento de pequenas linhas de água ser feito de forma a aproveitar essa água, ficando para jusante desse ponto completamente seco. Nalguns empreendimentos existentes no PNSE (canal de Sabugueiro II) foram construídas estruturas que permitem que esse atravessamento seja feito de forma mista, ou seja embora a água seja

aproveitada, há a possibilidade de alguma escoar para a linha de água primitiva, a jusante. Nalguns destes dispositivos, a libertação de água pode ser feita de duas maneiras: ou por um descarregador de superfície, quando a quantidade de água é elevada, ou por uma pequena comporta que poderá e deverá deixar sair água permanentemente. A maior parte, no entanto, não possui o descarregador de superfície mas apenas a comporta (Fig. 25). Os dispositivos com descarregador de superfície necessitam de algumas transformações para poderem ser eficazes: o descarregador de superfície consiste num pequeno rebaixamento na parede do represamento construído na linha de água, por onde a água sai quando atinge aquele nível. Essa água cai para um túnel construído em cimento, que atravessa por baixo do canal e do caminho que normalmente acompanha o canal e vai sair mais à frente, na continuação da linha de água. Esse túnel, do lado onde entra a água, tem um angulo de 90 graus ou superior com a parte que atravessa o canal, chegando a ter uma parede de 2 a 3 m de altura. Os anfíbios, deslocam-se ao longo das linhas de água e em zonas bastante húmidas, tanto na sua actividade diária como nos seus movimentos migratórios, entrando assim dentro destes túneis. No entanto, pelas razões apontadas, estes constituem igualmente barreiras intransponíveis, mais uma vez impedindo-os de se deslocarem. É assim necessário que estes túneis sejam concebidos de forma a possuírem inclinações compatíveis com as deslocações dos animais. As Fig. 25 apresenta algumas formas de transformação destes dispositivos.

Em relação ao outro dispositivo, os existentes no PNSE (canal de Sabugueiro II) encontram-se sempre fechados o que faz com que a jusante a linha de água se encontre permanentemente seca. Dever-se-á então manter esta comporta constantemente aberta.

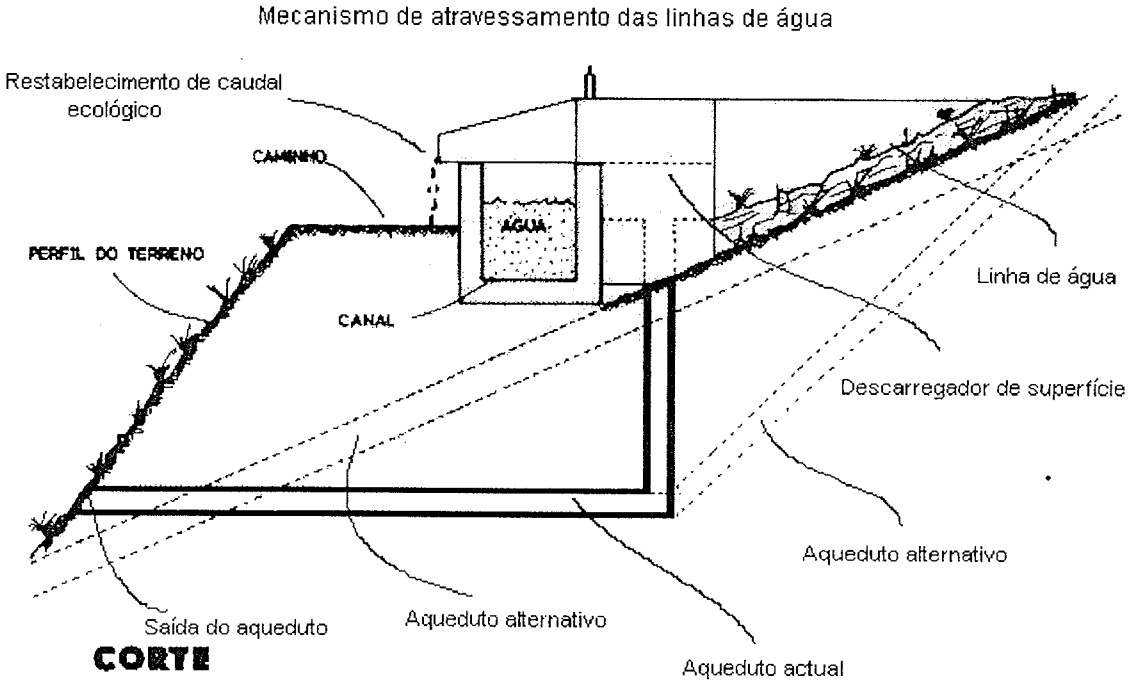


Fig. 25 (a) - Esquema dos dispositivos existentes para aproveitamento das linhas de água e alterações/construção propostas dos aquedutos que atravessam o canal por baixo (*desenhado por Alberto Perpétua/PNSE*).

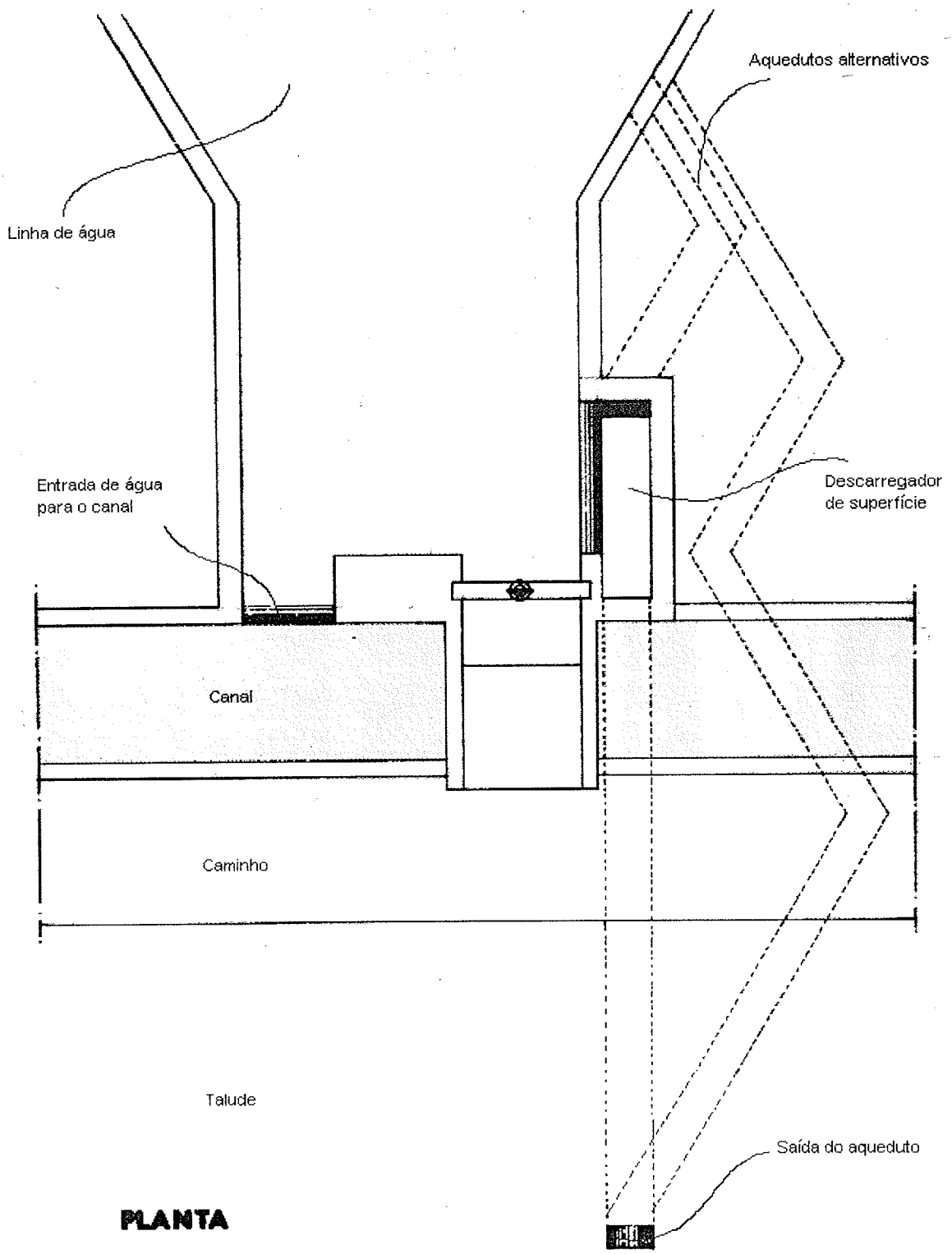


Fig. 25 (b) - Esquema dos dispositivos existentes para aproveitamento das linhas de água e alterações/construção propostas dos aquedutos que atravessam o canal por baixo (*desenhado por Alberto Perpétua/PNSE*).

As linhas de água deveriam atravessar os canais por baixo, recorrendo-se a um túnel com as características recomendadas, sem sofrerem qualquer tipo de aproveitamento à semelhança do que existe nalguns canais estudados.

6.3. Câmara de carga

A câmara de carga não tem necessidade de ser tapada visto que a queda de animais naquele local deve ser mínima. No entanto, será necessário em alguns casos a existência de algumas rampas, estrategicamente colocadas de forma a permitirem a saída dos animais que lá possam cair. Estas rampas poderão ser construídas em madeira ou outro material como o betão, no caso de novos projectos. Terão no entanto de ter uma superfície rugosa, de forma a permitir que os animais se agarrem mais facilmente e terão de ter em conta os diversos níveis de água que normalmente ocorrem na câmara de carga (Fig. 26).

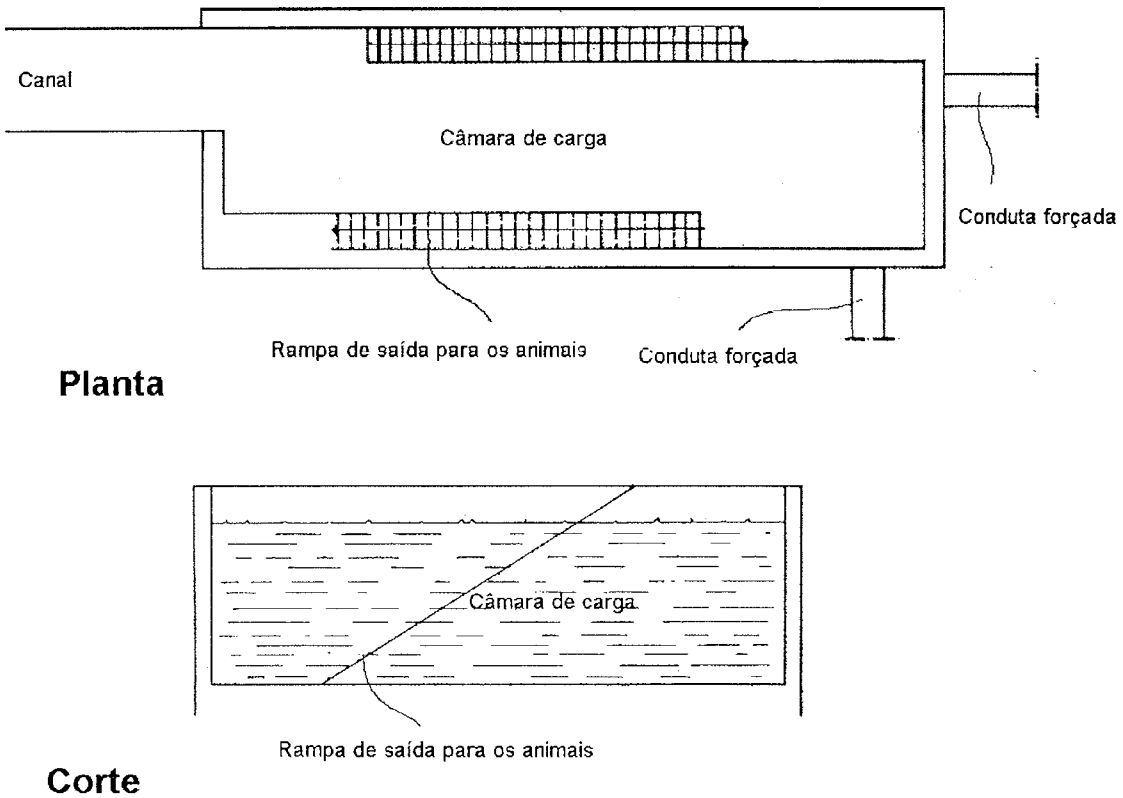


Fig. 26 - Esquema da colocação de rampas na câmara de carga, que permitam a saída dos animais (*desenhado por Alberto Perpétua/PNSE*).

Por razões de segurança, a câmara de carga deve ser ainda vedada em todo o seu perímetro (com rede, por exemplo) de forma a impedir que crianças, adultos ou ainda animais domésticos lá possam cair ou para lá possam ir tomar banho.

Na Tabela 5 apresenta-se o resumo das medidas de mitigação acima propostas.

Tabela 5 - Resumo das propostas apresentadas

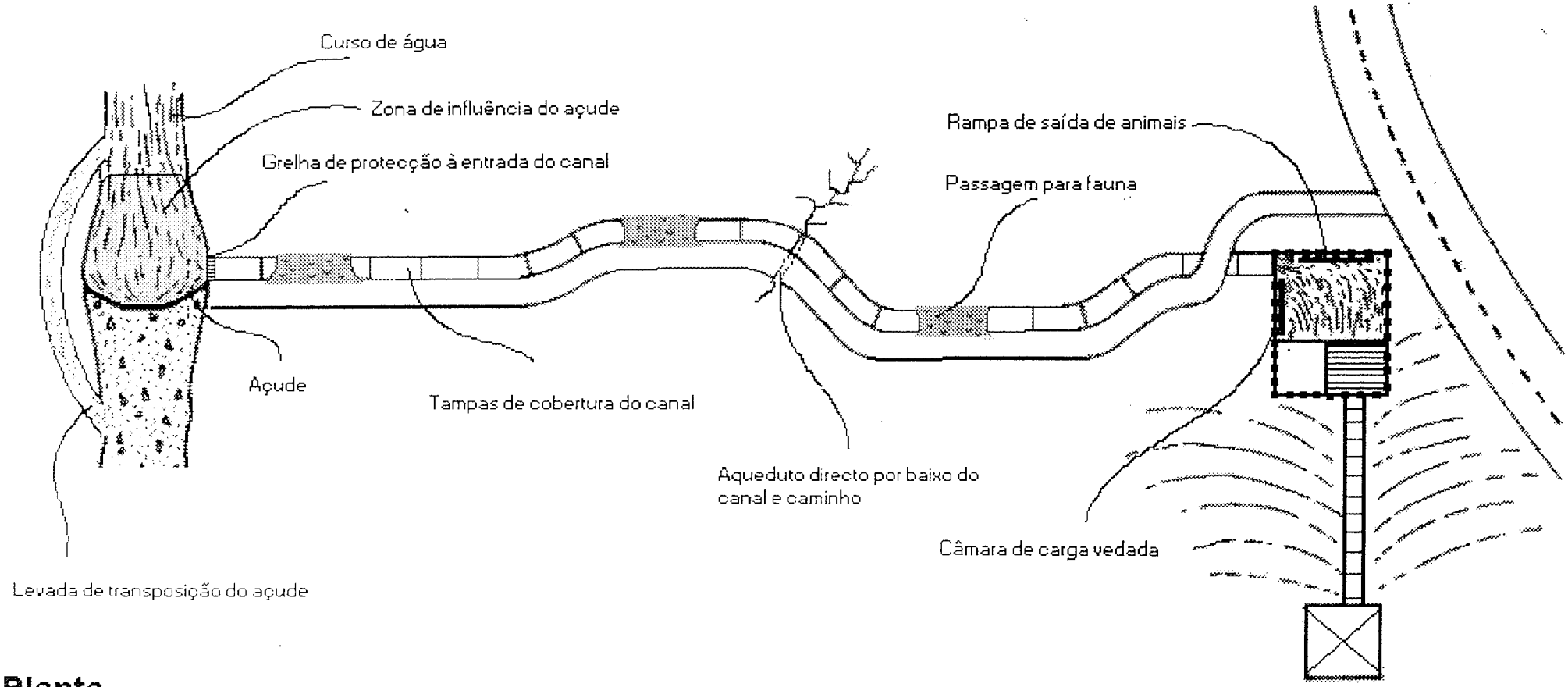
1. Local de desvio ou retenção da água (açudes, barragens, etc)	- "Levada" do tipo tradicional para transposição do açude - Grelha de retenção à entrada dos canal
2. Canal de adução	- Cobertura em toda a sua extensão - Instalação de passagens para fauna - Atravessamento do canal pelas linhas de água através de aquedutos compatíveis com as deslocações dos animais e com a manutenção do caudal ecológico
3. Câmara de carga	- Instalação de rampas que permitam a saída dos animais - Vedação integral da câmara de carga

O esquema da Fig. 27 ilustra um empreendimento deste tipo, com todas as soluções sugeridas.

7. Medidas mitigadoras a implementar nos casos estudados

Nesta secção foi adoptada uma nomenclatura de forma a classificar as alterações necessárias por ordem de prioridades: **Prioritário** (necessidade de execução imediata, ou com a maior brevidade possível); **Curto Prazo** (a executar numa prazo um pouco mais dilatado, assim que possível) e **Médio Prazo** (a executar numa melhor oportunidade, aquando da execução de uma operação de manutenção mais profunda). Esta classificação baseia-se nos dados adquiridos neste trabalho: número de indivíduos recolhidos em cada estação, espécies encontradas, características das estruturas edificadas, dados bibliográficos bem como na experiência adquirida nas múltiplas vistorias efectuadas e no conhecimento do terreno, dando prioridade à resolução dos efeitos que se fazem sentir no imediato, relativamente a outros produzidos a longo prazo.

Com "**Recomendações**" pretende-se complementar as medidas preconizadas com pormenores ou pequenos comentários que parecem importantes.



Planta

Fig. 27 - Esquema geral de todas as propostas de minimização sugeridas.

Tabela 6 - Empreendimento Hidroeléctrico da Ribeira de Alforfa

Medidas a implementar	C. H. Pedra Figueira	C. H. Alforfa	C. H. Coucinhos
"Levada" de transposição do açude	Médio prazo	Curto Prazo (2)	
Grelha de retenção na entrada do canal	Curto Prazo	Médio prazo	Curto Prazo
Caudal ecológico no açude	Prioritário (1)	Prioritário	Prioritário (3)
Cobertura integral do canal	Prioritário	Curto Prazo	Prioritário
Passagens para fauna ao longo do canal	Médio prazo	Médio prazo	
Correcção das passagens das linhas de água	Médio prazo		
Caudal ecológico nas linhas de água			
Grelha de retenção na entrada na câmara de amortecimento			
Rampas de saída dos animais na câmara de amortecimento		Médio prazo	
Rampas de saída de animais na câmara de carga			Prioritário (4)
Vedação da câmara de carga	Médio prazo	Médio prazo	Médio prazo

Recomendações:

(1) - através da comporta existente no início do canal
(2) - neste caso poderá constar apenas na abertura de parte do açude

No troço do canal de Alforfa, compreendido entre a captação de água no açude e a entrada da câmara de amortecimento, não deverá ser alterado, visto que a forma como está construído, permite perfeitamente a saída da fauna que lá possa entrar, assim como o seu atravessamento.

(3) - No caso em questão, bastaria subir um pouco o nível da entrada do canal para que parte da água pudesse continuar no seu curso normal e escorrer pela parede do açude existente. A inclinação da parede do referido açude, parece ser suficiente para que a fauna, inclusivamente os peixes, se possa deslocar, desde que exista água suficiente. Esta solução implicaria a não desaterramento do açude, repleto de materiais inertes neste momento. No caso de se optar pela solução de limpeza do açude, ter-se-ia de aplicar a mesma solução sugerida para os restantes casos, ou seja uma levada de transposição do açude.

(4) - após a diminuição da velocidade da corrente

Tabela 7 Aproveitamento Hidroeléctrico do Maciço da Serra da Estrela

Medidas	C. H. Sabugueiro I	C. H. Sabugueiro II	C. H. Sra. do Desterro	C. H. Ponte Jugais	C. H. Vila Cova
"Levada" de transposição do açude			Médio Prazo (3)	Médio Prazo (5)	Médio Prazo (6)
Grelha de retenção na entrada do canal	Médio Prazo (2)				Curto Prazo
Caudal ecológico no açude			Prioritário (3)	Prioritário (5)	Curto Prazo (6)
Cobertura integral do canal		Prioritário	Prioritário	Curto Prazo	Curto Prazo
Passagens para fauna ao longo do canal	Curto Prazo	Curto Prazo	Médio Prazo	Curto Prazo	Médio Prazo
Correcção das passagens das linhas de água		Curto Prazo	Médio Prazo		
Caudal ecológico nas linhas de água	Prioritário (1)	Prioritário	Prioritário		
Preenchimento do fosso existente entre o muro e o substrato, ao longo do canal		Curto Prazo			
Grelha de retenção na entrada na câmara de amortecimento					
Rampas de saída dos animais na câmara de amortecimento			Curto Prazo (4)		
Rampas de saída de animais na câmara de carga	Médio Prazo		Curto Prazo	Curto Prazo	
Vedar a câmara de carga	Médio Prazo		Médio Prazo	Médio Prazo	Médio Prazo

Recomendações:

(1) - na Ribeira da Lagoa Seca
(2) - na entrada do canal/saída da Barragem do Covão do Forno

Há que ter em atenção ao local de escoamento do descarregador de superfície da câmara de carga de Sabugueiro II, devido à enorme erosão que esta está a provocar sobre a Barroca do Lobo. A quantidade de água que ali é descarregada é enorme. Deverá ser repensada a forma como se faz a eliminação da água em excesso, nomeadamente no canal de adução, de forma a esta ser feita gradualmente, ao longo destas estruturas, não se concentrando essa descarga apenas na câmara de carga. Poderia igualmente ser re-equacionada a necessidade do aproveitamento da água proveniente das linhas de água atravessadas, na medida em que, grandes quantidades de água são desperdiçadas por incapacidade de suporte destas estruturas, ao mesmo tempo que os caudais dessas mesmas linhas de água são suprimidos. Dever-se-á proceder ainda a uma recuperação do local degradado, nomeadamente com a fixação das "margens" com vegetação adequada ou ainda outras soluções.

(3) - no Açude do Poço do Negro

(4) - câmara de amortecimento existente antes das Centrais de Sabugueiro I e II
(5) - no Açude da Sra. do Desterro

No Açude da Sra. do Desterro, deverá ser instalado um mecanismo de protecção aos banhistas de forma a prevenir acidentes, devido ao efeito de sucção, na captação de água em profundidade para o canal de Ponte Jugais.

(6) - a partir do Açude de Ponte Jugais

Há ainda que alertar para o facto de nenhuma barragem dentro do PNSE, estar a respeitar o caudal ecológico e de o açude pertencente ao Empreendimento de Fins Múltiplos do Caldeirão, implantado no Rio Mondego, não estar equipado com qualquer dispositivo que permita a sua transposição por parte da fauna.

Deve-se ainda evitar as grandes e constantes flutuações do nível da Barragem do Covão do Curral, especialmente na época de reprodução dos anfíbios, permitindo assim que esta se faça com sucesso.

8. Considerações finais

Os impactos que foram descritos neste trabalho fazem parte de um conjunto mais vasto de graves efeitos provocados pelos empreendimentos hidroeléctricos implantados nos cursos dc água. É facto que estes empreendimentos, nomeadamente grandes barragens e mini-hídricas constituem uma das mais graves ameaças a estes ecossistemas e à sobrevivência de algumas espécies.

As empresas exploradoras destes empreendimentos devem ser informadas dos resultados obtidos neste e noutros trabalhos e que sejam encontradas soluções para a implantação das medidas preconizadas, de forma a que possam ser minimizados ao máximo os efeitos nefastos destes empreendimentos sobre os ecossistemas, em todo o território nacional e não apenas dentro das Áreas Protegidas.

Uma mini-hídrica encontra-se em fase de implantação no Vale do Rio Zêzere, a montante de Manteigas, junto à casa abrigo da associação Amigos da Serra da Estrela. A comissão de acompanhamento da obra, na qual está representado o PNSE e a Direcção Regional do Ambiente e Recursos Naturais - Centro, entre outras entidades, deverá ter em conta os resultados e as recomendações efectuadas neste trabalho. Aquele local é especialmente sensível à implantação de estruturas deste tipo, nomeadamente em relação à conservação da toupeira-de-água (*Galemys pyrenaicus*). O Rio Zêzere, no seu troço superior, até Manteigas, é o único rio onde foi confirmada a presença de toupeira-de-água, na bacia hidrográfica do Rio Tejo. Este facto significa que se trata de uma população isolada, única do ponto de vista genético, e que ficara irreversivelmente comprometida com a construção desta mini-hídrica (Carvalho, 1996).

Embora não estivesse dentro do âmbito deste trabalho e portanto não tenha havido qualquer inventariação ou contabilização, notou-se que a mortalidade se exerce também muito intensamente sobre a fauna de invertebrados.

Este trabalho realçou a enorme importância ecológica dos matos autóctones e a necessidade de o PNSE encarar a sua conservação de uma forma mais activa. Seria necessário um estudo científico sobre o impacto que as queimadas efectuadas pelos residentes, nomeadamente os pastores, têm sobre estes habitats e sobre as espécies florísticas endémicas desta Área. Deveria ser posta em marcha uma campanha de sensibilização da população residente de forma a, com os resultados obtidos a partir do referido estudo, se arranjarem formas de uso do território, de maneira a se compatibilizar a sua utilização por parte das populações, com a conservação dos habitats. As autoridades intervenientes no território, nomeadamente Bombeiros e Instituto Florestal, deveriam ser sensibilizadas para a importância ecológica dos matos e para a necessidade da sua intervenção, nestes habitats e não apenas na floresta.

Futuramente, dever-se-ia elaborar um novo estudo, desta feita de monitorização destas estruturas, após a adopção das medidas mitigadoras preconizadas, de forma a se testar a eficácia destas medidas e se possível a melhora-las.

9. Bibliografia

Alexandrino, Paulo J.B. 1990. "Dispositivos de transposição de barragens para peixes migradores, em deslocações para montante". Trabalho de síntese. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, policopiado. 61 pp.

Alves, M.H. 1991. "Os empreendimentos mini-hídricos e a alteração do regime hidrológico dos cursos de água - efeitos na ictiofauna". Hidro-electricidade. Encontro técnico. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Porto. 15 pp.

Alves, M.H. 1993. "Métodos de determinação do caudal ecológico". Dissertação para a Obtenção do Grau de Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos. Instituto Superior Técnico - Universidade Técnica de Lisboa. 162 pp.

Cabral, M.J. *et al.* (Eds) 1990. "Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal". Vol. I, Mamíferos, aves, répteis e anfíbios. SNPRCN.

Carvalho, Henrique M. 1996. "Micromamíferos dos habitats aquáticos e ripícolas do Parque Natural da Serra da Estrela". Relatório de estágio. Faculdade de Ciências de Lisboa/PNSE. 88 pp.

Castejón, L.G.& Alemany, A. 1982. "Roedores y Lagomorfos". Vertebrados Ibéricos, Claves para su determinación, 6. 63 pp.

Castejón, L.G & López, S. 1982. "Mamíferos Insectívoros". Vertebrados Ibéricos, Claves para su determinación, 5. 62 pp.

Clergeau, P. 1993. "Utilisation des concepts de l'écologie du paysage pour l'élaboration d'un nouveau type de passage à faune". Gibier Faune Sauvage, 10: 47-57.

CODA 1991. "Actas das I Jornadas para el estudio y prevencion de la mortalidad de vertebrados en carreteras". Coordinadora de Organizacciones de Defensa Ambiental, Madrid. Tomo I, II e III. 432 pp.

CTGREF 1978. "Autoroute et grand gibier". Centre Technique du Génie Rural, des Eaux et des Forêts - Ministére de L'Agriculture. 42 - Note Technique.27 pp.

De Graauw, P.J. 1977. "Mammals and the motorway". The Impact of the M11 Motorway 3 - Case study.

EDP 1994. "Sabugueiro II". Publicação descritiva do Aproveitamento Hidroeléctrico de Sabugueiro II. EDP - Direcção Operacional de Equipamento Hidráulico. 33 pp.

Gama, M.M. 1957. "Mamíferos de Portugal (Chaves para a sua determinação)". Memórias e Estudos do Museu Zoológico da Universidade de Coimbra, (17) 246. 225 pp.

Godinho, M.R., Paulo, O.S., Diamantino, J.L., Rosa, H.D. & Crespo, E.G. 1996. "Estudo da Herpetocenose do Parque Natural da Serra da Estrela: Distribuição e diferenciação de algumas populações". Relatório no âmbito do protocolo entre o Parque Natural da Serra da Estrela e o Centro de Biologia Ambiental da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. 78 pp.

Jacques, J.-C. & Garnier, G. 1982. "Influence des autoroutes sur la faune terrestre et aérienne". Revue Générale des Routes et des Aérodromes, 582:1-7

Jalón, Diego G. 1992. "Impacto ambiental de las minicentrales hidroeléctricas". Quercus, Outubro 1992: 38-42.

Korhonen, Hannu & Nurminen, Liisa 1987. "Traffic deaths of animals on the Kuopio-Siilinjarvi highway in eastern Finland". Aquilo Ser. Zool., 25: 9-15.

Krausman, Paul R. & Etchberger, Richard C. 1995. "Response of desert ungulates to a water project in Arizona". Journal of Wildlife Management, 59 (2): 292-300.
no Programa "Gestão e conhecimento do Património Natural". ICN.

Moreira, P., Brito e Abreu, F., Paulo, O.S., Rosa, H.D. & Crespo, E.G. 1994. "Estudo da herpetofauna do Planalto Central da Serra da Estrela". Relatório final do projecto entre o Parque Natural da Serra da Estrela e a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Palmeirim, Jorge M. 1990. "Bats of Portugal: Zoogeography and Systematics". Miscellaneous Publication, 82. The University of Kansas, Museum of Natural History. Lawrence. 53 pp.

Pinto da Silva, A.R. & Teles, A.N. 1986. "A Flora e a Vegetação da Serra da Estrela" (2ª edição). S.N.P.R.C.N.. 52 pp.

Queiroz, A.I., Alves, M.H. & Almada, V. 1993. "The small hydroplants: Predicted Impacts on the Pyrenean Desman Populations (*Galemys pyrenaicus*, Geoffroy)". Proceedings of the Meeting on the Pyrenean Desman. Lisboa. SNPRCN - Museu Nacional de História Natural - Museu Bocage: 69-77

Redondo, Javier L. & Redondo, Glória L. 1991. "Aproximacion a los primeros resultados globales provisionales del Proyecto Provisional de Seguimiento de la Mortalidad de Vertebrados en Carreteras". Actas das I Jornadas para el estudio y prevencion de la mortalidad de vertebrados en carreteras". Coordinadora de Organizacciones de Defensa Ambiental, Madrid. Tomo I: 22-34.

SNPRCN 1997. "Plano de Ordenamento do Parque Natural da Serra da Estrela (versão provisória)". Vol. 2. Memória. Div. Ordenamento e Projectos, SNPRCN. Lisboa. 105 pp.

Anexo 1 - Lista de espécies registadas e respectivo estatuto de conservação

Nome científico	Nome comum	Estatuto de conservação L.V.[1]	Berna[2]	Habitats[3] /Aves[4]
Classe Mammalia				
Ordem Insectivora				
Sorex minutus	(Musaranho-anão)	K	III	
Sorex granarius	(Musaranho-de-dentes-vermelhos)	NT	III	
Neomys anomalus	(Musaranho-de-água)	NT	III	
Crocidura russula	(Musaranho-de-dentes-brancos)	NT	III	
Talpa occidentalis	(Toupeira)	NT		
Ordem Chiroptera				
Myotis emarginatus	(Morcego-lanudo)	E	II	II, IV
Pipistrellus pipistrellus	(Morcego-anão)	NT	III	IV
Hypsugo savii	(Morcego-de-Savi)	K	II	IV
Plecotus auritus	(Morcego-orelhudo-castanho)	I	II	IV
Ordem Rodentia				
Arvicola sapidus	(Rato-de-água)	NT		
Microtus (Pitymys) lusitanicus	(Rato-cego)	NT		
Microtus agrestis	(Rato-do-campo-de-rabo-curto)	NT		
Apodemus sylvaticus	(Rato-do-campo)	NT		
Rattus sp.	(Ratazana)	NT		
Mus sp.	(Ratinho)	NT		
Eliomys quercinus	(Rato-dos-pomares)	NT	III	
Ordem Lagomorpha				
Lepus capensis	(Lebre)	NT	III	
Oryctolagus cuniculus	(Coelho)	NT		
Ordem Carnivora				
Vulpes vulpes	(Raposa)	NT		
Mustela nivalis	(Doninha)	NT	III	
Mustela putorius	(Toirão)	K	III	
Martes foina	(Fuínha)	NT	III	
Genetta genetta	(Geneta)	NT	III	
Herpestes ichneumon	(Saca-rabos)	NT	III	

Nome científico	Nome comum	Estatuto de conservação		
		L.V.[1]	Berna[2]	Habitats[3] /Aves[4]
Classe Aves				
Ordem Falconiformes				
Falco tinnunculus	(Peneireiro)	NT	II	
Falco subbuteo	(Ogea)	K	II	
Ordem Galliformes				
Alectoris rufa	(Perdiz-vermelha)	NT	III	
Ordem Apodiformes				
Apus apus	(Andorinhão-preto)	NT	III	
Ordem Passeriformes				
Anthus campestris	(Petinha-dos-campos)	NT	II	I
Motacilla cinerea	(Alvéola-cinzenta)	NT	II	
Motacilla sp.	-			
Cinclus cinclus	(Melro-d'água)	V	II	
Troglodytes troglodytes	(Carriça)	NT	II	
Prunella modularis	(Ferreirinha)	NT	II	
Erithacus rubecula	(Pisco-de-peito-ruivo)	NT	II	
Phoenicurus ochrurus	(Rabirruivo-preto)	NT	II	
Saxicola torquata	(Cartaxo-comum)	NT	II	
Monticola saxatilis	(Melro-das-rochas)	I	II	
Turdus merula	(Melro)	NT	III	I
Sylvia undata	(Felosa-do-mato)	NT	II	
Sylvia communis	(Papa-amoras)	NT	II	
Sylvia atricapilla	(Toutinegra)	NT	II	
Lanius excubitor	(Picanço-real)	NT	III	
Emberiza cia	(Cia)	NT	II	
Emberiza hortulana	(Sombria)	I	III	I
Classe Reptilia				
Ordem Sauria				
Anguis fragilis	(Licranço)	NT	III	
Chalcides bedriagai	(Cobra-de-pernas-pentadáctila)	NT	II	IV
Chalcides chalcides	(Cobra-de-pernas-tridáctila)	NT	III	
Lacerta lepida	(Sardão)	NT	II	
Lacerta monticola	(Lagartixa-da-montanha)	R	II	II, IV
Lacerta schreiberi	(Lagarto-de-água)	NT	II	II, IV
Podarcis bocagei	(Lagartixa-de-Bocage)	NT	III	
Podarcis hispanica	(Lagartixa-ibérica)	NT	III	
Psammodromus algirus	(Lagartixa-do-mato)	NT	III	

Nome científico	Nome comum	Estatuto de conservação L.V.[1]	Berna[2]	Habitats[3] /Aves[4]
Ordem Ophidia				
Coronella austriaca	(Cobra-lisa-austriaca)	NT	II	
Coronella girondica	(Cobra-lisa-bordalesa)	NT	III	
Elaphe scalaris	(Cobra-de-escada)	NT	III	
Malpolon monspessulanus	(Cobra-rateira)	NT	III	
Natrix maura	(Cobra-de-água-viperina)	NT	III	
Natrix natrix	(Cobra-de-água-de-colar)	NT	III	
Vipera latastei	(Víbora-cornuda)	I	II	

Classe Amphibia

Ordem Urodela				
Salamandra salamandra	(Salamandra-de-pintas-amarelas)	NT	III	
Triturus boscai	(Tritão-de-ventre-laranja)	NT	III	IV
Triturus marmoratus	(Tritão-marmorado)	NT	III	IV
Ordem Anura				
Alytes obstetricans	(Sapo-parteiro)	NT	II	IV
Bufo bufo	(Sapo)	NT	III	
Bufo calamita	(Sapo-corredor)	NT	II	IV
Hyla arborea	(Rela)	NT	II	IV
Rana iberica	(Rã-ibérica)	NT	II	IV
Rana perezi	(Rã-verde)	NT	III	

(1) - Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal
(2) - Convenção de Berna
(3) - Directiva Habitats
(4) - Directiva Aves