



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

**“Identificação de distâncias de rodovias a
massas de água e a sua relação com o
atropelamento de anfíbios.
Detecção de limiares.”**

Ricardo Filipe Leite

Orientação: António Paulo Pereira Mira

Co-orientação: João Tiago Sabino Lino Marques
Paulo A. Cunha e Sá de Sousa

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação

Évora, 2014



Universidade de Évora

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação

“Identificação de distâncias de rodovias a massas de água e a sua relação com o atropelamento de anfíbios.
Detecção de limiares.”

Ricardo Filipe Leite

Orientador:

António Paulo Pereira Mira

Coorientadores:

João Tiago Sabino Lino Marques
Paulo Alexandre Cunha e Sá de Sousa

2014

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação

“Identifying distances from roadways to water bodies and its relationship with amphibian roadkill. Threshold detection.”

Ricardo Filipe Leite

Orientador:

António Paulo Pereira Mira

Coorientadores:

João Tiago Sabino Lino Marques
Paulo Alexandre Cunha e Sá de Sousa

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que contribuíram para que esta tese fosse concluída. Gostaria de começar por agradecer à Inês Balula, ao Ludgero Avelar, ao António Matos, à Ângela Gomes e à Tânia Fernandes por irem ocasionalmente formando eventos sociais aos quais eu comparecia e que me distraíam da tese (num bom sentido).

Outro Obrigado vai para a Inês Fernandes por ajudar a organizar outro tipo de eventos sociais, mais profissionais, para não me distrair demasiado da tese.

Agradeço também aos meus orientadores, especialmente ao Professor António Mira por ter aturado os meus longos períodos de silêncio entre contactos e falta de preparação para algumas reuniões.

Gostava de agradecer também aos meus pais por todo o apoio que me deram, não só emocional, como também financeiro mesmo quando tudo ficou mais complicado.

Por último agradeço à Eliana Loureiro por me ter ajudado/aturado imenso, não me deixando desmoralizar e sempre pronta a suportar os meus “mood swings” (fui pior que uma mulher grávida, uma vergonha!).

Agora que os agradecimentos mais sérios estão feitos gostava também de agradecer ao Google pois não consigo imaginar esta tese concluída se não fosse esse grande senhor de motor de busca. Ainda hoje não compreendo como se fazia isto antes...

Índice

Resumo	1
Abstract	2
Introdução	3
Objectivos	6
Material e métodos	7
Área de estudo	7
Dados de atropelamentos	8
Análise estatística	11
Autocorrelação espacial	11
Regressão por partes	12
Resultados	13
Discussão	24
Conclusão	29
Referências Bibliográficas	32
Anexo A – Sumário dos Modelos Lineares Generalizados de distribuição Negativa Binomial	39

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Resumo de características biológicas que possam influenciar o número de atropelamentos das espécies de anfíbios registradas neste estudo*.	10
Tabela 2 - Descrição das variáveis explicativas e resposta	11
Tabela 3 - Número e percentagem de atropelamentos de anfíbios, por ordem, espécie e grupo ecológico, no total do trajeto e por estrada.	14
Tabela 4 - Resultados do teste de <i>Moran's I</i> , incluindo erro padrão e <i>p-value</i> .	15
Tabela 5 - Sumário estatístico dos modelos lineares generalizados (GLM) e da regressão por partes (GLM segmentado) para os conjuntos dos anfíbios, ordens, grupo ecológico e por espécie relativos à distância ao charco mais próximo (DCP). O <i>breakpoint</i> refere-se à distância ao charco mais próximo a partir da qual se dá uma alteração significativa no declive da sua relação com as variáveis resposta. O X significa que não foi possível observar uma relação de limiar com DCP na análise inicial pelo que não foi realizada a análise de regressão por partes.	16
Tabela 6 - Sumário estatístico dos modelos gerais generalizados (GLM para os conjuntos dos anfíbios, ordens, grupo ecológico e por espécie) considerando a distância à floresta mais próxima (DFP). Para DFP não foi observado nenhum caso que sugerisse a presença de um limiar crítico logo não foram realizadas regressões por partes.	17

Índice de Imagens

- Figura 1 – Representação da área de estudo. _____ 8
- Figura 2 – Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “Anfíbios”, “Caudata” e “Anura”. A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha ponteadada o respetivo erro padrão. _____ 18
- Figura 3 - Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “*Bufo spinosus*”, “*Epidalea calamita*” “*Discoglossus galganoi*” e “*Pelobates cultripes*” A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha ponteadada o respetivo erro padrão. _____ 20
- Figura 4 - Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “*Pleurodeles waltl*” e “*Salamandra salamandra*”. A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha ponteadada o respetivo erro padrão. ____ 21
- Figura 5 - Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “Sapos” e “Rãs”. A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha ponteadada o respetivo erro padrão. _____ 23

“Identificação de distâncias de rodovias a massas de água e a sua relação com o atropelamento de anfíbios. Detecção de limiares.”

Resumo

As estradas podem exercer impactos negativos significativos na fauna vertebrada. Os anfíbios são um dos grupos mais afetados. Este estudo baseia-se na dependência deste grupo em relação à disponibilidade de água, para identificar limiares de distância das rodovias às massas de água que minimizem os riscos de atropelamento dos anfíbios. No sul de Portugal, foram medidas distâncias de quatro troços de estradas às massas de água circundantes e relacionadas estas distâncias com a localização dos atropelamentos de anfíbios registados nos mesmos troços de estrada ao longo de dois anos de monitorização diária. Foi possível determinar limiares de distância à estrada na mortalidade de anfíbios em sete grupos/espécies: Total de anfíbios 424 m (± 115 m), Caudata 506 m (± 74 m), Anura 420 m (± 154 m), sapos 511 m (± 86 m), rãs 72 m (± 33 m), *Pleurodeles waltl* 504 m (± 79 m) e *Discoglossus galganoi* 81 m (± 43 m). Estes dados permitem prever zonas críticas de atropelamento e assim evitá-las ou adaptá-las ao atravessamento seguro de anfíbios.

“Identifying distances from roadways to water bodies and its relationship with amphibian roadkill. Threshold detection.”

Abstract

Roads can have significant negative impacts on vertebrate wildlife. Amphibians are a particularly affected group. This study is based on the dependence of this faunal group in relation to water availability, to identify distance thresholds from roadways to water bodies that minimize the risk of amphibian roadkills. In southern Portugal, the distances of four sections of roads to nearby bodies of water were measured and related with the location of amphibian roadkills recorded in the same sections of road over two years of daily monitoring. Thresholds for the effect of distance to water on roadkills were found for 7 groups/species: Total amphibians 424 m (\pm 115 m), Caudata 506 m (\pm 74 m), Anura 420 m (\pm 154 m), toads 511 m (\pm 86m), frogs 72 m (\pm 33 m), *Pleurodeles waltl* 504 m (\pm 79 m) and *Discoglossus galganoi* 81 m (\pm 43 m). This information can help predict critical roadkill sections as to avoid or adapt them for secure amphibian crossing of roads.

Introdução

As estradas sempre desempenharam um papel importante na sociedade humana estando muitas vezes associadas ao desenvolvimento dos países e regiões. Nas últimas décadas com o grande desenvolvimento e massificação do uso dos veículos motorizados tem-se registado um aumento significativo da extensão das rodovias que também se tornaram mais largas de forma a sustentar uma tráfego maior e mais rápido. (Andrews *et al.* 2008). Contudo, apenas recentemente se começou a investigar o impacto das estradas na fauna e, considerando que a extensão destas está a aumentar ao dobro da velocidade da população (Andrews *et al.* 2008), é de extrema importância que esses impactos sejam bem compreendidos.

Sabemos hoje que a presença de uma estrada pode influenciar fortemente a fauna e flora em redor, tanto de forma benéfica como nefasta (Forman & Alexander 1998). Em zonas muito antropomorfizadas, as bermas das estradas surgem como zonas relativamente inalteradas e podem assim representar o último habitat funcional para algumas espécies (Forman & Alexander 1998; Glista *et al.* 2009; Hujiser & Clevenger 2006). Da mesma forma, as bermas podem funcionar como corredor ecológicos de ligação entre diferentes zonas chave do território de animais (Forman & Alexander 1998; Hujiser & Clevenger 2006). No entanto, grande parte dos efeitos das estradas, e os mais preocupantes, são os seusefeitos negativos.

Os efeitos negativos das rodovias, começam logo com o início da construção da estrada. Estes são geralmente associados à destruição e fragmentação do habitat, ao efeito barreira e à mortalidade por atropelamento. (Andrews *et al.* 2008; Coleman *et al.* 2008; Forman & Alexander 1998; Glista *et al.* 2009; Marsh *et al.* 2007; Puky 2006; van Langevelde *et al.* 2009).

Vários estudos sugerem que as estradas têm uma forte influência em populações de diferentes espécies animais (Aresco 2003; Forman & Alexander 1998; Hels & Buchwald 2001; Holderegger & Di Giulio 2010; Tok *et al.* 2011; van Langevelde *et al.* 2009) e atualmente, as colisões com veículos são já reconhecidas como uma das principais causas de mortalidade animal (Glista *et al.* 2009; Langen *et al.* 2009; van Langevelde *et al.* 2009), sendo responsáveis por mais mortes que a caça (Forman & Alexander 1998). Com o declínio populacional de muitas espécies devido aos impactos das estradas, o risco de extinção de populações por fatores estocásticos aumenta (Hartel *et al.* 2009).

Para além do efeito local das rodovias, acresce um fenómeno global documentado de declínio da população mundial de anfíbios, o qual é reconhecido por grande parte da comunidade científica, sendo aceite que as causas são principalmente humanas (Eigenbrod *et al.* 2007; Hels & Buchwald 2001). Os anfíbios estão

normalmente associados à água, necessitando desta durante a fase aquática do seu ciclo de vida (Hartel *et al.* 2009). Assim, é expectável que o número de atropelamentos de anfíbios tenda a elevar-se com o aumento da pluviosidade (Vijayakumar *et al.* 2001). E em troços de estrada que atravessem áreas com grande densidade de charcos e outros corpos de água, é tendencial que haja uma atração fatal dos anfíbios que cruzam o pavimento nas suas migrações sazonais e/ou deambulações noturnas (Coleman *et al.* 2008; Puky 2006).

Os anfíbios são dos vertebrados mais afetados pelas estradas (Aresco 2003; Eigenbrod *et al.* 2007; Hartel *et al.* 2009; Hels & Buchwald 2001; Puky 2006). A probabilidade de serem atropelados enquanto atravessam a faixa de rodagem varia entre 34 e 98%, dependendo do tipo de estrada (Hels & Buchwald 2001) e da espécie. Isto deve-se, sobretudo a certas características comportamentais e biológicas dos anfíbios como deslocação lenta e imobilização face ao perigo (Hels & Buchwald 2001; Langen *et al.* 2007). Assim, o efeito barreira tem um forte impacto em populações de anfíbios (Andrews *et al.* 2008; Marsh *et al.* 2007) levando a um decréscimo de variabilidade genética, e ao isolamento de populações (Langen *et al.* 2009; Marsh *et al.* 2005; Marsh *et al.* 2007).

A própria construção das estradas pode levar os anfíbios mais sensíveis a não utilizarem os charcos mais próximos ou, mesmo que o façam, não se conseguem reproduzir (Chambers 2008; Hels & Buchwald 2001). Muitos anfíbios efetuam migrações sazonais de e para os locais aquáticos de reprodução (Aresco 2003; Eigenbrod *et al.* 2007; Hartel *et al.* 2009; Hels & Buchwald 2001; Langen *et al.* 2009). Quando as rotas dessas migrações são intercetadas por estradas é muito provável que haja um elevado número de indivíduos atropelados (Puky 2006). Isto representa não só um risco de segurança, pois o elevado número de carcaças torna o piso menos aderente causando acidentes rodoviários (Langen *et al.* 2007), mas também conduz ao decréscimo e aumenta a probabilidade de extinção das populações de anfíbios (Andrews *et al.* 2008; Hels & Buchwald 2001). Todavia, individualmente, uma estrada de tráfego rodoviário baixo tem menos impacto que uma estrada de tráfego elevado (Eigenbrod *et al.* 2007). Contudo, as estradas de baixo tráfego são mais numerosas e existem numa malha rodoviária mais apertada, podendo por isso ter um efeito maior na mortalidade global de anfíbios (van Langevelde *et al.* 2009).

Entretanto, tendo como base a ideia de que fatores espaciais da paisagem podem ajudar a desenvolver importantes ferramentas que permitam prever zonas de maior perigo de atropelamentos (Forman & Alexander 1998; Langen *et al.* 2007; Langen *et al.* 2009) e a relação dos anfíbios com água, este trabalho pretende verificar se é possível detetar limiares críticos de distâncias das estradas a corpos de água no nível de atropelamento de anfíbios.

Foram também analisadas distâncias a zonas florestais pois alguns anfíbios, como a salamandra de pintas amarelas, são usualmente associados a este tipo de habitat (Loureiro *et al.* 2008).

Os limiares críticos (do inglês *critical thresholds*) podem ser definidos como pontos onde uma pequena alteração de uma variável explicativa causa uma grande reação na variável resposta (Colino-Rabanal *et al.* 2011; Homan *et al.* 2004; Toms & Lesperance 2003). Neste caso, pretende-se encontrar uma distância da estrada aos corpos de água, abaixo da qual o risco de atropelamento aumenta consideravelmente. Caso se encontre uma relação de limiar, será possível aplica-la ao planeamento de corredores de novas estradas evitando possíveis áreas de risco para anfíbios. Também em estradas já existentes, esta informação permitirá direcionar a implementação de medidas de mitigação (ex.: túneis de atravessamento) de forma mais eficaz, prevendo onde serão os pontos com maior risco de atropelamento.

Objectivos

O objetivo geral deste trabalho é fornecer informação quantitativa, relacionada com a influência das características da paisagem na mortalidade por atropelamento de anfíbios, de forma a contribuir para a implementação de uma rede viária mais sustentável.

Mais concretamente, os objetivos passam por:

1. Identificar limiares críticos de distância a elementos paisagísticos (massas de água e zonas florestais) a partir da qual há uma alteração abrupta no nível de mortalidade;
2. Mostrar de que forma os limiares críticos de distâncias podem ser usados no planeamento de estradas de modo a minimizar o risco de morte por atropelamento de anfíbios.

Material e métodos

Área de estudo

Este trabalho realizou-se no sul de Portugal (Alentejo Central), nos concelhos de Évora, Montemor-o-Novo e Arraiolos. (N 38 41,079 W 8 10,493, N 38 34,053 W 7 57,861) (Figura 1). O relevo é suave com elevações entre 150 m e 400 m acima do nível do mar. A paisagem é composta principalmente por montado, um sistema agro-silvo-pastoril dominado por sobreiros (*Quercus suber*) e/ou azinheiras (*Quercus ilex* spp *rotundifolia*) em várias densidades com rotações ao nível do solo, de culturas, pastagens ou pousios (Pinto-Correia 2000).

Na região, o clima é tipicamente mediterrâneo, com uma época quente e seca, entre junho e setembro, com baixa pluviosidade (abaixo de 30 mm) e com temperaturas médias mensais que variam entre 20 e 24°C. Durante a época fria e húmida, as temperaturas médias baixam para os 9-14°C e a precipitação sobe acima dos 70 mm (IPMA. I. P. 2014).

Dentro da área de estudo foram selecionados troços que totalizam 50,6 kms pertencentes a quatro estradas diferentes que abrangem as seguintes extensões: 22,8 km da estrada N114, 12,1 km da estrada N4, 9,2 km da estrada M529 e 6,5 km da estrada M370. Todas as estradas têm duas faixas sem separação central com exceção nas zonas de ligação à autoestrada A6. As estradas N4 e N114 são estradas nacionais com um volume de tráfego mais elevado (4000 a 10000 veículos/dia), enquanto as estradas M529 e M370 são estradas municipais com baixo volume de tráfego (até 4000 veículos/dia) (EP 2005). As estradas municipais não apresentam bermas pavimentadas enquanto que as estradas nacionais apresentam em quase toda a sua extensão bermas pavimentadas.

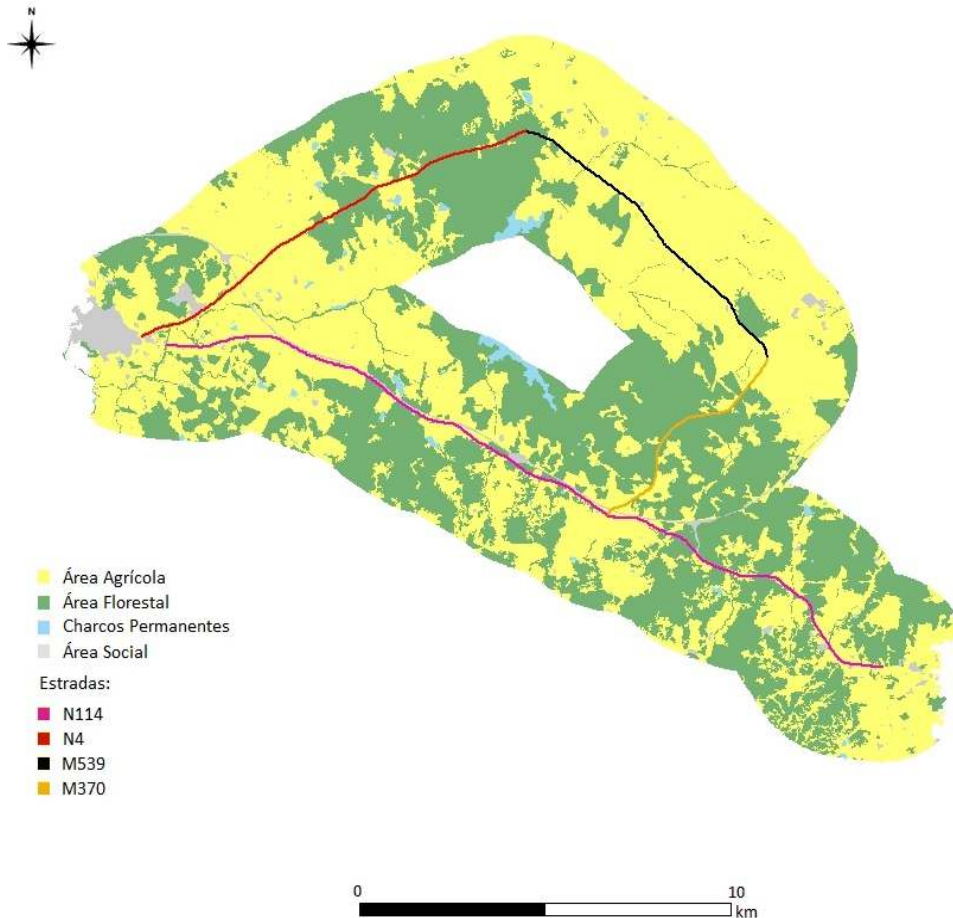


Figura 1 – Representação da área de estudo.

Dados de atropelamentos

Os dados relativos aos atropelamentos de anfíbios resultaram de dois anos de monitorização diária (16 de Março de 2010 a 15 Março de 2012) das estradas referidas previamente. Os percursos foram efetuados de carro circulando a uma velocidade de 20-30 km por hora ao longo da berma da estrada. O cruzeiro rodoviário iniciava-se cerca de 30 minutos após o nascer do sol de forma a evitar um maior fluxo de trânsito e para prevenir que os corpos fossem removidos por necrófagos oportunistas, como pegas e gralhas (Coleman *et al.* 2008; Santos *et al.* 2011).

Quando se localizava um animal atropelado eram registadas as suas coordenadas com um GPS e o animal era recolhido e identificado até à espécie (ou ao grupo taxonómico o mais restrito possível).

O ponto inicial do percurso diário invertia de dia para dia de forma a evitar um possível enviesamento devido ao efeito temporal na deteção e remoção dos cadáveres por necrófagos.

Todos os registos dos atropelamentos e mapas digitais dos corpos de água permanentes, das estradas amostradas e dos usos do solo foram integrados numa base de dados do Sistema de Informação Geográfica ArcGIS (v10.1) (ESRI 2012).

A informação referente aos usos do solo resultou de outros trabalhos previamente efetuados no projeto MOVE (Gomes *et al.* 2009).

Para efeitos de análise estatística, as estradas foram posteriormente divididas em sectores de 100 m e a cada sector foi atribuído um centroide. De seguida os pontos de atropelamento de anfíbios foram alocados a cada centroide. Desta forma a variável resposta a usar nos modelos estatísticos foi número de atropelamentos em cada sector de estrada de 100 m.

Depois de toda a informação ter sido introduzida no SIG foram extraídas as distâncias aos charcos e às zonas florestadas (com cobertura arbórea superior a 10%) mais próximas do centroide de cada sector.

Previamente às análises foi avaliada a colinearidade entre as variáveis explicativas pela correlação de *Pearson* entre cada dois pares de variáveis. Para correlações acima de 0,7, apenas se reteve para as análises posteriores a variável com maior significado biológico (Zuur *et al.* 2007).

Quanto às variáveis de resposta provenientes dos dados de atropelamento, foram removidas da análise específica, espécies com menos de 30 atropelamentos. No entanto, os pontos correspondentes a estas espécies foram incluídos noutros grupos funcionais (Anfíbios, Caudata, Anura, sapos e rãs).

Foram criadas ainda duas variáveis resposta agrupando separada e funcionalmente os Anura mais dependentes de água (rãs) e os mais independentes da mesma (sapos). O grupo dos sapos foi constituído por *Bufo spinosus*, *Epiladea calamita* (= *Bufo calamita*) e *Pelobates cultripes*. No grupo das rãs foram incluídas as espécies *Discoglossus galganoi*, *Pelophylax perezi* (*Rana perezi*), *Hyla meridionalis* e *Hyla molleri* (*ex. arborea*).

Algumas características biológicas importantes que influenciem o número de atropelamentos das principais espécies de anfíbios analisadas encontram-se expostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo de características biológicas que possam influenciar o número de atropelamentos das espécies de anfíbios registradas neste estudo*.

Espécie	Habitat preferencial	Massas de água utilizadas para postura	Área vital	Migratório	Distância de migração
<i>Pleurodeles waltl</i>	Aquático	Permanentes e Temporários	-		
<i>Salamandra salamandra</i> **	Terrestre; zonas florestadas	Poças e linhas de água temporárias	9,8-12,8 m	Sim	Entre 88 e 138m. Máximo observado a 300m.
<i>Bufo spinosus</i>	Terrestre ubiquista	Charcos permanentes	2,5 ha -	Sim	Podem deslocar-se cerca de 1800 m
<i>Epidalea calamita</i>	Terrestre	Charcos temporários;	500 m a 4000 m. O mais comum é 700m do charco de nascimento.	Não	
<i>Discoglossus galganoi</i>	Terrestre próximo de pontos de água	Charcos temporários; Terrenos encharcados	-		
<i>Pelobates cultripes</i>	Terrestre; zonas abertas e áridas	Charcos temporários ou pouco profundos	Recém metamorfozados apresentam alguma fidelidade aos refúgios diurnos	Sim	
Espécies excluídas individualmente por baixa representatividade nos dados de atropelamentos					
<i>Lissotriton boscai</i>	Aquática	Temporários (e permanentes raramente)	Documentadas deslocações até 80 m entre charcas	Não	
<i>Triturus pygmaeus</i>	Fase aquática e fase terrestre	Permanentes e Temporários	-	Não	
<i>Hyla molleri</i>	-	Permanentes e Temporários	-	Não	
<i>Hyla meridionalis</i>	Aquática	Permanentes (e Temporários)	-	Não	
<i>Pelophylax perezi</i>	Aquática	Permanentes e Temporários	-	Não	

*Carrascal & Salvador 2009

**Degani & Warburg 1978

As análises foram efetuadas para as duas variáveis explicativas e onze variáveis resposta, apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Descrição das variáveis explicativas e resposta

Variáveis explicativas	
DCP	Distância ao charco mais próximo (m)
DFP	Distância à floresta mais próxima (m)
Variáveis resposta	
Anfibios	Total de atropelamentos de anfíbios
Caudata	Total de atropelamentos de caudata
Anura	Total de atropelamentos de anura
Bufo_spinosus	Total de atropelamentos de <i>Bufo spinosus</i>
Epidalea_calamitas	Total de atropelamentos de <i>Epidalea calamitas</i>
Discoglossus_galganoi	Total de atropelamentos de <i>Discoglossus galganoi</i>
Pelobates_cultripes	Total de atropelamentos de <i>Pelobates cultripes</i>
Pleurodeles_waltl	Total de atropelamentos de <i>Pleurodeles waltl</i>
Salamandra_salamandra	Total de atropelamentos de <i>Salamandra salamandra</i>
Sapos	Total de atropelamentos de sapos (<i>Bufo spinosus</i> , <i>Epidalea calamita</i> e <i>Pelobates cultripes</i>)
Rãs	Total de atropelamentos de rãs (<i>D. galganoi</i> , <i>Hyla s e</i> , <i>Pelophylax perezii</i>)

Análise estatística

Toda a análise estatística foi realizada no programa estatístico R (v2.15.1) (R Core Team 2014).

Numa primeira fase, cada variável resposta foi relacionada com as variáveis explicativas com modelos lineares generalizados (GLM) partindo da distribuição de *Poisson*. Mas devido ao problema de sobre-dispersão acentuada optou-se por utilizar a distribuição negativa binomial (Zuur *et al.* 2007). Estas análises foram realizadas no pacote “MASS” (Venables & Ripley 2002) no ambiente de R com utilização da função “glm.nb”.

Devido à existência de um grande número de zeros nos dados, foram também efetuados “zero-inflated models”. Porém tanto pela comparação de valores de “Akaike’s information criterion” (AIC), como através do teste de seleção de modelos “vuong’s closeness test” (Baluev 2012), determinou-se que o modelo de distribuição binomial negativa tinha sempre melhor prestação.

Autocorrelação espacial

Para analisar o efeito da autocorrelação espacial efetuou-se um teste de *Global Moran’s I* para todas as variáveis resposta através da função “Moran.I” do pacote

“ape” (Paradis *et al.* 2004) do R. De seguida, procedeu-se ao cálculo de *Eigenvectors* (Dormann *et al.* 2007, Griffith & Peres-Neto 2006) de forma a retirar o efeito significativo de autocorrelação dos resíduos do modelo. Para tal, foi utilizada uma função “ME” alterada para a distribuição binomial negativa, “ME.nb” (Gonzalez P 2012), do pacote “spdep”(Bivand 2014).

Regressão por partes

Foi realizada uma análise gráfica univariada de cada variável resposta com cada uma das variáveis explicativas para avaliar a forma da sua relação e a possível existência de um limiar crítico a partir do qual a forma da relação se alterava. Caso existisse esse ponto de alteração da função, era utilizado nos modelos como ponto inicial para localizar e identificar limiares através da regressão por partes (piecewise regression) (Colino-Rabanal *et al.* 2011; Toms & Lesperance 2003) com a função “segmented” do pacote “segmented” (Muggeo 2003, Muggeo 2008) para o R.

Paralelamente foram realizados modelos de regressão binomial negativa simples com os mesmos pares de variáveis resposta e explicativas.

Os modelos resultantes da regressão por partes e os modelos de regressão binomial negativa simples foram comparados com base nos valores de AIC. Apenas nos casos em que os valores de AIC dos modelos de regressão por partes eram menores, se aceitou a existência de limiar. Além disso não foram aceites modelos de limiares onde o intervalo de erro padrão do ponto crítico ou dos declives do GLM segmentado (resultante da regressão por partes) incluísse o valor zero.

Este processo repetiu-se considerando diferentes buffers de distâncias de vizinhança (100 m, 200 m, 300 m, 400 m e 500 m) para cada espécie de anfíbio de forma a incluir um maior número de vizinhos a cada sector (2, 4, 6, 8, 10 vizinhos respetivamente); por fim selecionaram-se apenas os que apresentavam melhores resultados (melhor AIC com presença de limiar) para cada espécie.

Resultados

Ao longo de dois anos foram registados atropelamentos de 5155 anfíbios, dos quais 2348 caudatos (46%) e 2727 anuros (53%). Individualmente, a salamandra de costelas salientes (*Pleurodeles waltl*) foi a espécie com maior mortalidade, com 1340 registos, cerca de 26% da mortalidade total de anfíbios, seguida do sapo-de-unha-negra (*Pelobates cultripes*) com 1169 registos, perto de 23% do total de dados.

Foram também registadas e analisadas 968 (19%) salamandras de pintas amarelas (*Salamandra salamandra*), 618 (12%) sapos comuns (*Bufo spinosus*), 561 (11%) sapos corredores (*Epidalea calamita*) e 123 (2%) rãs de focinho pontiagudo (*Discoglossus galganoi*).

Quanto ao grupo dos sapos, com as espécies *B. spinosus*, *E. calamita* e *P. cultripes*, contou com 2364 registos (45.86%). O grupo das rãs, que inclui as espécies *D. galganoi*, *H. molleri*, *H. meridionalis* e *P. perezi*, foi composto por 218 registos (4.23%). Aqui, registaram-se ainda 26 tritões pigmeus (*Triturus pigmeus*), 29 rãs verdes (*Pelophylax perezi*), 28 relas meridionais (*Hyla meridionalis*) cada um representando cerca de 0.50% dos dados. Por último, com uma representação inferior a 0.15% registaram-se 6 tritões de ventre laranja (*Lissotriton boscai*) e 4 relas comuns (*Hyla molleri*). Devido ao reduzido número de registos destas espécies não foram incluídas individualmente nas análises efectuadas.

Estes valores, com os números individualizados por troço de estrada, encontram-se expostos na Tabela 3.

Tabela 3 - Número e percentagem de atropelamentos de anfíbios, por ordem, espécie e grupo ecológico, no total do trajeto e por estrada.

Espécie			N114		N4		M529		M370	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Anfíbios	5155	100,00	2606	100,00	1115	100,00	829	100,00	605	100,00
Caudata	2348	45,55	1300	49,88	302	27,09	410	49,46	336	55,54
Anura	2724	52,84	1261	48,39	795	71,30	406	48,97	262	43,31
<i>Bufo spinosus</i>	618	11,99	368	14,12	191	17,13	26	3,14	33	5,45
<i>Epidalea calamita</i>	561	10,88	280	10,74	30	2,69	81	9,77	170	28,10
<i>Discoglossus galganoi</i>	123	2,39	83	3,18	16	1,43	21	2,53	3	0,50
<i>Lissotriton boscai</i>	6	0,12	2	0,08	2	0,18	1	0,12	1	0,17
<i>Hyla meridionalis</i>	28	0,54	13	0,50	8	0,72	6	0,72	1	0,17
<i>Hyla molleri</i>	4	0,08	3	0,12	0	0,00	0	0,00	1	0,17
<i>Pelobates cultripes</i>	1169	22,68	383	14,70	510	45,74	236	28,47	40	6,61
<i>Pelophylax perezi</i>	29	0,56	16	0,61	6	0,54	7	0,84	0	0,00
<i>Pleurodeles waltl</i>	1340	25,99	954	36,61	172	15,43	163	19,66	51	8,43
<i>Salamandra salamandra</i>	968	18,78	331	12,70	123	11,03	245	29,55	269	44,46
<i>Triturus pygmaeus</i>	26	0,50	6	0,23	5	0,45	1	0,12	14	2,31
Sapos	2364	45,86	1039	39,87	736	66,01	343	41,38	246	40,66
Rãs	218	4,23	133	5,10	35	3,14	42	5,07	8	1,32

A Tabela 3 mostra que o atropelamento de caudatos e anuros ocorre em percentagens relativamente semelhantes em geral e que a maior parte dos atropelamentos ocorrem no maior troço de estrada (N114). No entanto, a N4 mostra um número particularmente elevado de atropelamentos de *P. cultripes*, enquanto as estradas municipais amostradas apresentam percentagens altas de atropelamento de *S. salamandra*. No entanto, em todas as estradas amostradas, os atropelamentos de *D. galganoi* são reduzidos, não chegando em nenhuma aos 4% dos atropelamentos totais registados. Só esta espécie constitui mais de metade dos pontos de atropelamentos de rãs, grupo que globalmente apresenta uma baixa mortalidade.

O teste de *Global Moran's I* (Tabela 4) apresenta um valor ("I") positivo e altamente significativo para todos os casos, o que sugere que os locais de atropelamentos estão fortemente relacionadas entre si e que estes tendem a ser aglomerados, ou seja, ocorrem em grupos de segmentos próximos uns dos outros. Na Tabela 4 apresenta-se ainda qual a distância de vizinhança que melhores resultados apresentou para cada variável resposta.

Tabela 4 - Resultados do teste de *Moran's I*, incluindo erro padrão, *p-value* e qual a distância de vizinhança utilizada na análise de cada variável.

Variável	Moran's I	Erro padrão	p-value	Distância de vizinhança (m)*
Anfíbios	0,72369	0,03068418	<0,001	200
Caudata	0,67298	0,02405278	<0,001	100
Anura	0,6118	0,04367294	<0,001	300
<i>Bufo spinosus</i>	0,51377	0,03117996	<0,001	200
<i>Epidalea calamita</i>	0,4492	0,02962047	<0,001	X
<i>Discoglossus galganoi</i>	0,31161	0,0305404	<0,001	200
<i>Pelobates cultripes</i>	0,58838	0,0187805	<0,001	500
<i>Pleurodeles waltl</i>	0,72033	0,02912435	<0,001	X
<i>Salamandra salamandra</i>	0,43898	0,03123148	<0,001	200
Sapos	0,61133	0,04348872	<0,001	100
Rãs	0,27473	0,04391965	<0,001	100

1 – X indica que não foi possível analisar o efeito da autocorrelação

A Tabela 5 apresenta um resumo estatístico dos modelos (GLM e regressão por partes) desenvolvidos para cada espécie ou grupo analisado relativos à distância ao charco mais próximo (DCP).

A Tabela 6 apresenta um resumo estatístico para os modelos lineares generalizados para a distância à floresta mais próxima (DFP). Neste caso não foram efetuadas regressões por partes, já que não foram detetados limiares em nenhum dos casos analisados.

Na Figura 2 apresentam-se, para o conjunto dos anfíbios, dos caudados e dos anuros, as linhas *smooth* de ajustamento do número de atropelamentos por sector de 100 m de estrada em função de DCP e DFP. Na mesma figura, para DCP apresentam-se as linhas verticais que representam os limiares críticos de distância \pm erro padrão estimados, a partir da qual há uma alteração da relação entre a mortalidade e a DCP. Estes limiares não são apresentados para a DFP por não ter sido possível encontrar nenhum limiar crítico.

Tabela 5 - Sumário estatístico dos modelos lineares generalizados (GLM) e da regressão por partes (GLM segmentado) para os conjuntos dos anfíbios, ordens, grupo ecológico e por espécie relativos à distância ao charco mais próximo (DCP). O *breakpoint* refere-se à distância ao charco mais próximo a partir da qual se dá uma alteração significativa no declive da sua relação com as variáveis resposta. O X significa que não foi possível observar uma relação de limiar com DCP na análise inicial pelo que não foi realizada a análise de regressão por partes.

Variável	GLM (AIC)	Declive ± EP	GLM Segmentado (AIC)	Breakpoint esperado (m)	Breakpoint EP (m)	Declive antes do ponto crítico ± EP	Diferença de declive após o ponto crítico ± EP ¹
Anfíbios	2950	-0,0002795 ± 0,0001148	2945,8	500	424 ± 115	-0,0008521 ± 0,0004376	0,0008314 ± 0,0004846
Caudata	2323,2	-0,0006513 ± 0,0001360	2310,5	400	506 ± 74	-0,0015766 ± 0,0003807	0,0016568 ± 0,0004860
Anura	2511,6	-0,0005349 ± 0,0001475	2509,3	500	420 ± 154	-0,0011514 ± 0,0006084	0,0008257 ± 0,0006451
<i>Bufo spinosus</i>	1317,7	-0,0003164 ± 0,0002013	1311,7	500	1228 ± 83260	-2,042e-04 ± 2,167e-04	-1,712 ± 1,062e+03
<i>Epidalea calamita</i> ²	1381,1	-0,0001378 ± 0,0003282	1377,4	200	137 ± 66	-0,009790 ± 0,011295	0,0009979 ± 0,011303
<i>Discoglossus galganoi</i>	571,66	-0,0001834 ± 0,0003912	567,48	200	80 ± 38	-0,01545 ± 0,01259	0,01547 ± 0,01259
<i>Pelobates cultripes</i>	1672,1	-0,0005542 ± 0,0002048		X			
<i>Pleurodeles waltzi</i> ²	1921,6	-0,0023028 ± 0,0003011	1909,3	400	504 ± 79	-0,0042252 ± 0,0008983	0,0033492 ± 0,0011432
<i>Salamandra salamandra</i> ²	1895,4	0,0004723 ± 0,0001924		X			
Sapos	2483,4	-0,0007791 ± 0,0001619	2474,4	500	476 ± 83	-0,0017800 ± 0,0005188	0,0016325 ± 0,0006138
Rãs	836,39	-0,0005682 ± 0,0009772	832,52	200	72 ± 33	-0,01793 ± 0,01521	0,01749 ± 0,01520

1 – Indica a diferença de declive entre a reta antes e a reta após o limiar crítico, ou seja, para “Anfíbios”: $-0,0008521 + 0,0008314 = -0,0000207$, um valor mais próximo de 0 indicando um declive consideravelmente menos acentuado a partir dos 424m

2 – Erros no processo de cálculo de *Eigen vectors* destas variáveis levaram a que a análise fosse feita sem considerar o efeito de autocorrelação.

Tabela 6 - Sumário estatístico dos modelos gerais generalizados (GLM para os conjuntos dos anfíbios, ordens, grupo ecológico e por espécie) considerando a distância à floresta mais próxima (DFP). Para DFP não foi observado nenhum caso que sugerisse a presença de um limiar crítico logo não foram realizadas regressões por partes.

Espécie	GLM (AIC)	Declive ± EP
Anfíbios	2959,9	0,0005385 ± 0,0001627
Caudata	2305	0,0006956 ± 0,0001988
Anura	2477,2	-0,0004878 ± 0,0001937
<i>Bufo spinosus</i>	1322,6	-0,0004859 ± 0,0003249
<i>Epidalea calamita</i> ¹	1364,5	-0,002331 ± 0,000553
<i>Discoglossus galganoi</i>	565,68	-0,0001364 ± 0,0005678
<i>Pelobates cultripes</i>	1660,9	0,0004647 ± 0,0002792
<i>Pleurodeles waltl</i> ¹	1950,2	0,0030189 ± 0,0003946
<i>Salamandra salamandra</i> ¹	1892,3	-0,0009807 ± 0,0003049
Sapos	2354,2	-0,0004492 ± 0,0002076
Rãs	829,2	0,0004941 ± 0,0003880

1 - Erros no processo de cálculo de *Eigenvalues* destas variáveis levaram a que a análise fosse feita sem considerar o efeito de autocorrelação.

A análise do declive do GLM negativo binomial para DCP (Tabela 5) mostra o que número de atropelamentos decresce com o aumento da distância do sector de estrada ao charco mais próximo (DCP) em todos os casos analisados à exceção de “*S. salamandra*”, esta relação é particularmente forte para “*P. waltl*”.

Quanto à DFP existe variação (Tabela 6). Para “Anfíbios”, “Caudata”, “*Pelobates cultripes*”, “*Pleurodeles waltl*” e “rãs” há um efeito positivo, isto é, os atropelamentos aumentam com a distância, enquanto para as restantes variáveis o efeito é negativo. Contudo, em nenhuma situação se verificou uma relação de limiar crítico para esta variável.

Para os “Anfíbios” (Figura 2) é possível prever um possível ponto de limiar ligeiramente abaixo dos 500 m de DCP. A análise de regressão por partes identificou um *breakpoint* a 424 m (±115 m) de DCP (Tabela 5). Após o ponto crítico, verifica-se um declive mais próximo de 0 (-2,07e-5) indicando que o efeito de DCP sobre o número de atropelamentos é quase nulo a partir desta distância.

Quanto ao da distância ao charco na mortalidade de Caudata (Figura 2), foi aceite a possível presença de um limiar nos 400m. Com regressão por partes, aceitou-se um *breakpoint* a 506 m (±74 m) para DCP (Tabela 5) e mais uma vez após este ponto o efeito da distância ao charco mais próximo na mortalidade é muito menor (declive = 8,02e-05).

Para os Anura (Figura 2) foi detetada a possível presença de um limiar perto dos 500m para a distância ao charco mais próximo. A regressão por partes identificou um

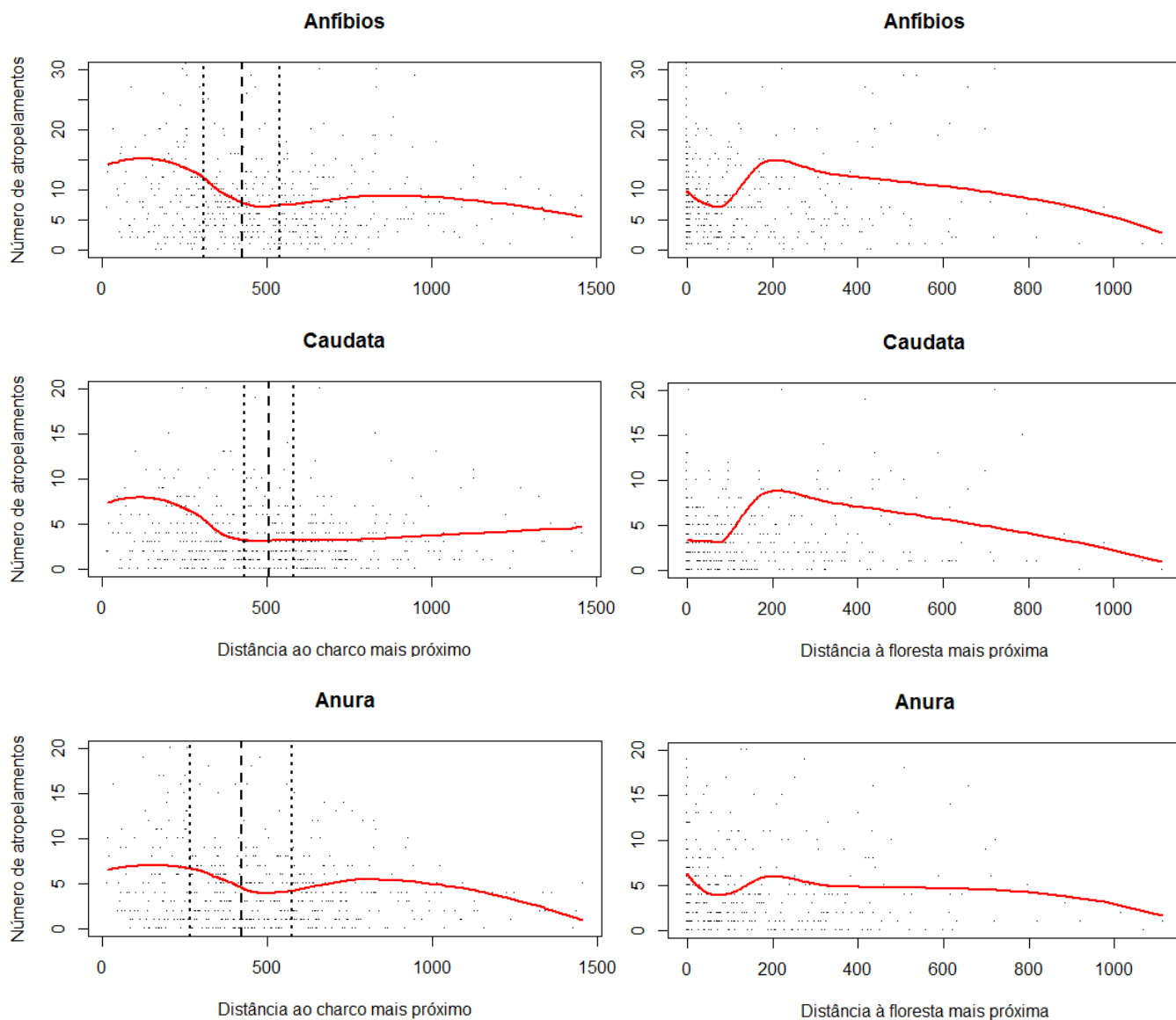


Figura 2 – Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “Anfibios”, “Caudata” e “Anura”. A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha pontuada o respetivo erro padrão.

breakpoint a 420 m (± 154 m) de DCP (Tabela 5). O declive após o limiar continua negativo mas o efeito na mortalidade é muito menos acentuado (declive= $-3,257e-04$).

A Figura 3 mostra as linhas *smooth* entre a DCP ou a DFP e a mortalidade para as espécies de anuros. No sapo comum *Bufo spinosus*, a figura 3 sugere que haja a existência de um possível limiar pouco acima dos 400 m para a DCP. Apesar de se ter identificado um ponto crítico na regressão por partes a 1228 m (± 83260 m) este não

foi aceite, pois não só aparece demasiado deslocado do esperado, como o erro padrão

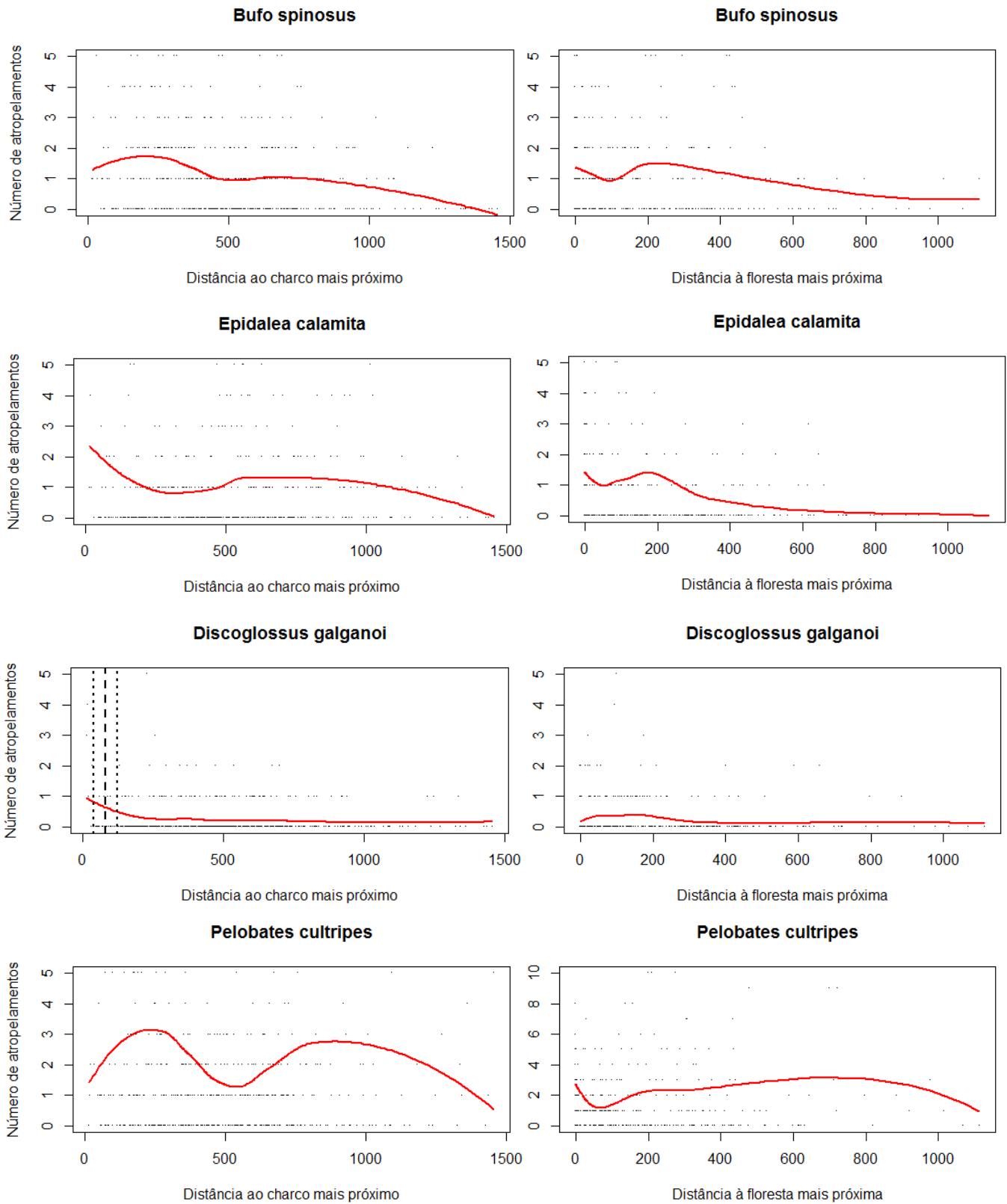


Figura 3 - Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “*Bufo spinosus*”, “*Epidalea calamita*”, “*Discoglossus galganoi*” e “*Pelobates cultripes*”. A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha pontilhada o respetivo erro padrão.

que o acompanha é muito superior ao próprio valor do ponto crítico identificado. Além disso, os declives antes e após *breakpoint* têm valores de erro padrão que levam a que este inclua o zero.

Para o sapo corredor *Epidalea calamita* (Figura 3) na DCP detetou-se um limiar perto dos 200 m, distância para a qual a Figura 3 sugere uma alteração na intensidade da relação entre DCP e a mortalidade. A ocorrência de alguns erros que impossibilitaram o cálculo dos *eigenvectors* para esta espécie não permitiu excluir o efeito da autocorrelação espacial nos modelos. Assim, os valores apresentados resultam de uma análise sem considerar a autocorrelação espacial. A regressão por partes identificou um ponto crítico a 137 m (± 66 m) para DCP (Tabela 4), mas este não foi aceite, porque o intervalo de confiança para o declive inclui o zero.

Para o sapo de unha negra *Pelobates cultripes* (Figura 3) considerou-se que não existia de limiar de DCP ou DFP que visivelmente influenciasse a mortalidade por atropelamento.

Para a rã de focinho pontiagudo *Discoglossus galganoi* (Figura 3) parece haver uma relação de limiar com DCP com um ponto crítico perto dos 200 m. A regressão por

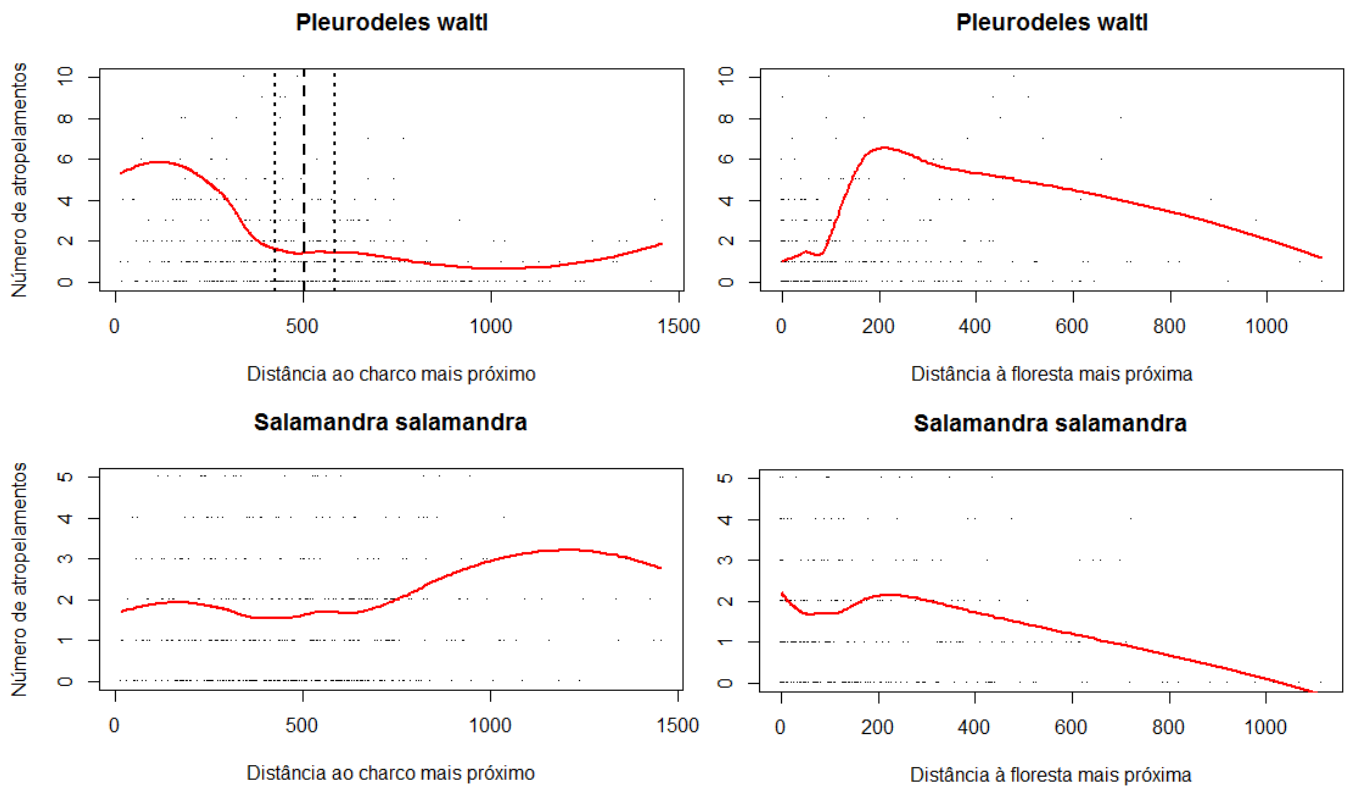


Figura 4 - Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “*Pleurodeles waltl*” e “*Salamandra salamandra*”. A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha pontuada o respetivo erro padrão..

partes identificou um ponto crítico a 80 m (± 38 m) para DCP (Tabela 5) onde o declive após o ponto crítico se aproxima de zero ($2e-05$).

A Figura 4 apresenta as linhas de *smooth* entre DCP e DFP e a mortalidade por atropelamento para as espécies individuais de caudados.

Para a salamandra de costelas salientes *Pleurodeles waltl* (Figura 4) foi considerada a existência de um possível ponto de limiar crítico a 400 m de DCP. Tal como para *E. calamita*, não foi possível calcular os *eigenvectors* para a análise desta espécie pelo que os valores apresentados são resultado de uma análise sem inclusão do efeito da autocorrelação espacial. A regressão por partes dos dados desta espécie identificou um limiar a 504 m (± 79 m) para DCP (Tabela 5) com um declive após o *breakpoint* de $-8,76e-4$.

Para a salamandra de pintas amarelas *Salamandra salamandra* a análise da Figura 4 sugere que não existem limiares críticos de DCP e DFP na determinação da mortalidade por atropelamento desta espécie.

As linhas *smooth* da mortalidade de cada um dos grupos ecológicos considerados (sapos e rãs) em função de DCP e DFP, apresentam-se na Figura 5.

Para os sapos encontrou-se apenas um possível ponto de limiar para DCP, que se situa ligeiramente abaixo dos 500 m. A análise de regressão por partes identificou um ponto de limiar crítico a 476 m (± 83 m) para DCP (Tabela 4) com um declive após *breakpoint* de $-1,475e-4$.

Para as rãs previu-se um limiar de influência de DCP na mortalidade de cerca de 200 m. Por regressão de partes aceitou-se um ponto de limiar crítico a 72 m (± 33 m) para DCP (Tabela 5). O declive pós limiar sendo de $-4,4e-4$.

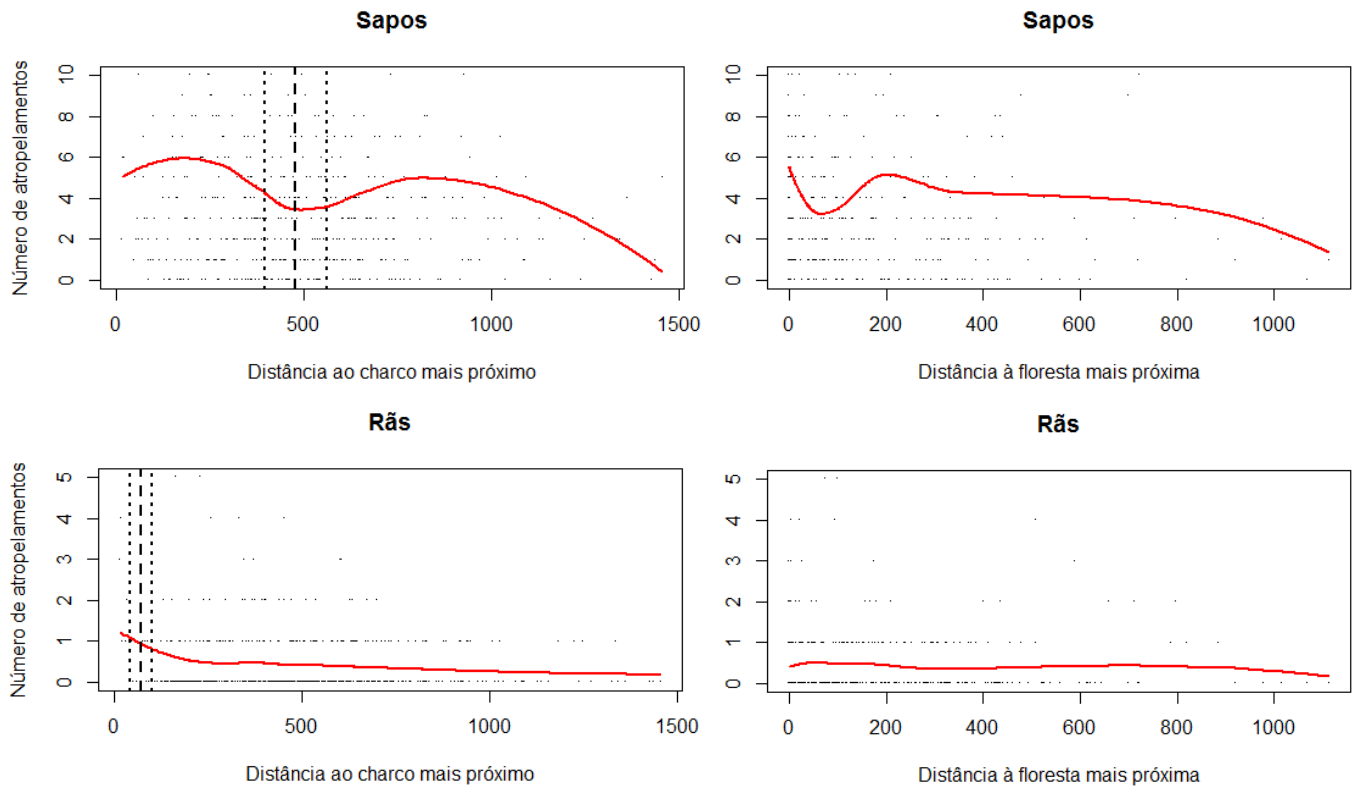


Figura 5 - Linha de *smooth* do número de atropelamentos por segmento de 100 m em relação à “Distância ao charco mais próximo” (esquerda) e à “Distância à floresta mais próxima” (direita) para “Sapos” e “Rãs”. A linha a tracejado identifica o limiar crítico e a linha pontuada o respetivo erro padrão.

Discussão

Com base nos nossos resultados iniciais foram aceites possíveis relações de limiar com a distância à água para todos os grupos e espécies exceto para *P. cultripes* e *S. salamandra*. No entanto, não foi possível identificar pontos críticos através da análise de regressão por partes para *B. spinosus* e *E. calamita*. No caso de DFP, não foi detetado qualquer limiar.

Os resultados obtidos para as variáveis de grupo de anfíbios, caudados e anuros mostram relações de limiar com a DCP. No entanto, são variáveis compostas por muitas espécies aglomeradas, incluindo aquelas que não apresentam essa relação. Apesar de serem importantes, são resultados menos rigorosos uma vez que são influenciados pelos valores de várias espécies. Por exemplo, é possível observar a influência individual de *P. cultripes* nos gráficos de anfíbios, anuros e sapos notando-se um ligeiro aumento de atropelamentos após os 500 m, o qual é muito acentuado no gráfico desta espécie.

Relativamente a DFP, apesar de não se terem verificado nenhuma relação de limiar com estas variáveis, observam-se relações lineares acentuadas para todos os grupos.

O sapo comum *Bufo spinosus* é uma espécie ubiquista que passa maior parte do tempo no seu habitat terrestre deslocando-se aos charcos apenas na época de reprodução (Ortiz-Santaliestra 2014). Quando o faz, prefere charcos permanentes (Ortiz-Santaliestra 2014) como os utilizados para calcular a variável DCP neste trabalho. No entanto, as suas migrações podem chegar a mais de dois quilómetros, um valor elevado e pouco comum em anfíbios (Ortiz-Santaliestra 2014). Assim, a relação deste animal com a água é sazonal e os pontos de atropelamento poderão estar relacionados com outros fatores que não a distância da água à estrada. Devido à sua generalidade na escolha de tipos de habitats terrestre, que podem passar desde dunas a florestas, os pontos de atropelamento deverão ser influenciados por outros fatores e não apenas pela distância à água. Talvez por isso não seja possível detetar uma relação de limiar para esta espécie, no entanto ambas as variáveis apresentam uma relação

negativa com o número de atropelamentos, indicando que com o aumento da distância a charcos e a florestas se verifica uma diminuição no número de atropelamentos.

O sapo corredor *Epidalea calamita*, tal como a espécie anterior, passa grande parte do tempo no habitat terrestre e desloca-se ao território aquático apenas na época de reprodução (Gómez-Mestre 2009). Contudo, as distâncias percorridas nas suas migrações são usualmente inferiores (700 m em média) e procria em charcos temporários em vez de permanentes (Gómez-Mestre 2009). Assim, é de esperar que a sua relação de limiar com a DCP seja fraca, pois a variável não inclui este tipo de charcos. Também para a DFP não se esperaria uma relação forte, visto que esta espécie prefere espaços abertos e não é associada a florestas (Gómez-Mestre 2009).

O limiar em relação a DCP encontrado para a arã de focinho pontiagudo *Discoglossus. galganoi* vai de encontro ao que se conhece do seu comportamento usual. Segundo Martínez-Solano (2009), esta espécie não se afasta do seu habitat aquático, explicando porque o limiar obtido para esta espécie se verifica a uma distância muito inferior à dos pontos críticos obtidos para outras espécies. Quanto a DFP, a fraca relação com esta variável pode ser explicada pela preferência destes animais por espaços abertos (Martínez-Solano 2009).

O sapo de unha negra *Pelobates cultripes* não apresentou uma relação de limiar para DCP o que pode ser explicado pelo facto de esta espécie utilizar charcos temporários para procriar (Recuero 2010). No entanto, apresenta uma relação negativa forte com a DCP. A falta de relação de limiar com DFP é compreensível, pois é um animal que pode ser encontrado em vários tipos de terreno, desde que sejam arenosos ou pouco compactados, não estando dependente de florestas (Recuero 2010), as nossas análises mostram mesmo um aumento de atropelamentos com o aumento da distância a florestas.

A salamandra de costelas salientes *Pleurodeles waltl* é uma espécie mais aquática preferindo charcos permanentes e com pouca corrente (Salvador 2014), o que se adequa muito bem à variável DCP utilizada e explica os resultados obtidos para esta espécie. A salamandra de costelas salientes abandona o seu habitat aquático

apenas para hibernar e os seus hábitos terrestres são pouco conhecidos (Salvador 2014). A distância que percorre entre o habitat aquático e terrestre é desconhecida, no entanto os resultados deste estudo sugerem que estes animais se podem deslocar até cerca de 504 m, ponto a partir do qual a distância dos charcos não influencia o número de atropelamentos.

Das espécies analisadas, a salamandra de pintas amarelas *Salamandra salamandra* é a menos dependente de água, estando fortemente associada às zonas florestadas (Loureiro *et al.* 2008). Apenas as fêmeas se deslocam a ribeiras para deposição de larvas já desenvolvidas, passando o resto do tempo no habitat terrestre (Loureiro *et al.* 2008). Com isto em mente, não se esperava observar uma relação de limiar com DCP, mas sim com DFP, no entanto, esta também não se verificou nos nossos resultados apesar da forte relação negativa que apresenta com esta variável. Contudo, deve realçar-se que a estrada M370 que apresenta a maior percentagem de atropelamentos de *S. salamandra* é também rodeada na sua maioria de terreno florestal.

Em quase todos os casos é possível observar-se uma ligeira subida no número de atropelamentos nos primeiros 100 m dos gráficos com as linhas de *smooth* para DCP. Poderá ser um indício de que estes charcos mostram um menor número de atropelamentos, por apresentarem um menor número de anfíbios devido a outro fator não analisado como a poluição, tal como sugerido por Andrews *et al.* (2008).

O grupo das rãs apresentou valores de atropelamentos muito inferiores ao dos sapos. De facto, três das cinco espécies excluídas por baixa representatividade pertencem ao grupo das rãs (*H. molleri*, *H. meridionalis*, *P. perezii*), sendo três espécies muito dependentes de água e que se afastam pouco do seu habitat aquático. Sillero (2008) e D'Amico (2008) apresentam também valores muito inferiores para rãs quando comparados com sapos em trabalhos realizados em Espanha. Esta parece ser uma tendência para estes animais na Península Ibérica. D'Amico (2008) defende que em meios mediterrânicos, espécies estritamente aquáticas sofrem menos atropelamentos, o que é também suportado nos nossos dados. Isto explica os baixos valores das duas

espécies de caudados excluídas (*L. boscai* e *T. pygmaeus*), também muito associadas a meios aquáticos.

Os resultados deste trabalho demonstraram que os anfíbios são atropelados em pontos específicos, tal como sugerido por outros autores (Langen *et al.* 2009; Sillero 2008), e não aleatoriamente ao longo da estrada. Quando *B. spinosus* e *E. calamita* foram analisados individualmente não se confirmou a existência de uma relação de limiar para DCP. No entanto, para Anuros e Sapos, onde estas espécies se incluem, essa relação foi identificada. A nível de precaução, este limiar pode servir como base para prever possíveis *hotspots* de atropelamento e tomar medidas preventivas.

Esta seria uma das principais utilidades deste trabalho, pois os resultados obtidos permitem identificar parte dos fatores responsáveis por níveis elevados de atropelamento de anfíbios. Deste modo, é possível detetar as áreas críticas onde esses atropelamentos irão ocorrer, possibilitando não só a implementação de medidas de mitigação, como também um melhor planeamento do corredor rodoviário de novas estradas. Esse planeamento tomaria em consideração os charcos em redor da estrada evitando-os ou promovendo a inclusão de medidas mitigadoras a aplicar na própria construção da estrada baixando o seu custo.

As medidas de mitigação para anfíbios passam por cortar ou reduzir o tráfego em certos períodos de migração ou a criação de túneis de passagem com barreiras redirecionadoras. A primeira opção parece pouco prática, pois a estrada com maior número de atropelamentos neste trabalho, é também a mais utilizada, podendo chegar a mais de 10000 veículos/dia. Reduzir o tráfego iria certamente criar conflitos com os utilizadores, para além de aumentar o impacto nas estradas para onde o tráfego se iria deslocar. A segunda opção é mais dispendiosa, mas mais eficaz pois reduz o número de atropelamentos significativamente quando colocadas nas zonas corretas (Glista *et al.* 2009; Puky & Vogel 2003). Uma preocupação com este tipo de estrutura é o facto de concentrar o ponto de atravessamento dos anfíbios e causar um aumento na mortalidade por predação (Fahrig *et al.* 1995). Outra problemática é o custo de manutenção destas estruturas que necessitam de vistoria regular, não só para

reparações, como para limpeza de forma a evitar a obstrução da passagem por entulho.

Outra utilização deste trabalho seria facilitar a escolha de locais para a criação ou reabilitação de charcos, uma preocupação e prática relativamente recente. Apesar deste trabalho se focar em charcos permanentes, as variáveis de grupo parecem apontar para uma área de segurança geral para os anfíbios da região a cerca de 424 m, ou aplicando a distância mais alta aceite, 506 m. Com esta informação, apenas se recomendaria a construção ou reabilitação de charcos que estivessem mais longe da estrada que as distâncias referidas, sobretudo se o objetivo de recuperação do charco visasse populações de anfíbios

Contudo, seria importante uma monitorização da área de forma a considerar o aparecimento de charcos artificiais criados para uso do gado que podem ser utilizados pelos anfíbios e, caso seja necessário, adaptar as estradas ao aparecimento destes novos charcos. A sensibilização da população local poderia ajudar a evitar estas situações.

Conclusão

Este estudo demonstrou que é possível estabelecer uma relação com a distância à água e o número de atropelamentos de anfíbios.

Muitos estudos associam o atropelamento de uma espécie a vários fatores ambientais ou ecológicos de forma a determinar pontos críticos de mortalidade por colisões com veículos (Clevenger *et al.* 2003; Gomes *et al.* 2008; Langen *et al.* 2009). Esse método permite determinar com melhor precisão essas zonas críticas, no entanto, é de difícil aplicação devido à quantidade de informação necessária. Contudo, este trabalho conseguiu demonstrar que, para os anfíbios, é possível fazê-lo baseado numa só variável sendo por isso bastante prático. Por outro lado, a sua utilização é condicionada, pois muitos animais não respondem fortemente a uma única variável.

O cálculo das variáveis explicativas utilizadas neste trabalho foi realizado de forma relativamente simples considerando apenas a distância ao charco ou à floresta e ignorando outras características (poluição; presença de espécies predatórias/competidoras). Também a divisão entre zona florestal (área coberta) ou zona agrícola (área aberta) foi baseada no índice de cobertura juntando mato e arvoredos e não tomando em conta o tipo de vegetação presente.

Como foi referido, algumas das espécies analisadas neste estudo dependem mais de charcos temporários (ex.: *Epidalea calamita*), pelo que um esforço para mapear este tipo de charcos poderia levar a resultados mais relevantes para estas espécies. No entanto, é compreensivelmente mais difícil fazê-lo, não só pela sua natureza temporária, como também pela facilidade de alteração do terreno por ação humana durante a época seca do charco, o que pode levar à mudança ou desaparecimento da zona de deposição de água. Outro fator interessante de analisar seria a inclinação do terreno envolvente dos charcos, pois parece ser um dos fatores que influenciam a movimentação de anfíbios (Sinsch 2006). Os anfíbios tendem a evitar subidas, ou seja, um charco próximo da estrada pode apresentar valores baixos

de atropelamento simplesmente porque os anfíbios se deslocam noutra direção devido à inclinação do terreno.

No entanto, incluir outros fatores na análise deste trabalho seria complicado, pois uma limitação da metodologia utilizada prende-se com a segmentação por partes permitir apenas a análise de uma variável explicativa de cada vez. Isto dificulta a análise e interpretação de resultados de interações entre variáveis ou de modelos mais complexos. Normalmente associa-se uma presença mais forte de um determinado animal através de modelos que envolvem várias características espaciais e ambientais do habitat, nessa situação não é possível utilizar esta metodologia para prever pontos de atropelamento. No caso dos anfíbios observa-se um aumento de atropelamentos quando existem charcos dos dois lados da estrada (Langen *et al.* 2009), podendo charcos mais afastados, mas separados por uma estrada, apresentarem um maior número de atropelamentos do que um charco mais próximo, mas isolado. Neste estudo não foi possível verificar esta situação, pois apenas se considerou o charco mais próximo ao sector, assumindo-se que este seria a causa principal para o número de atropelamentos verificados.

Outro problema mais técnico desta metodologia deve-se aos *breakpoints* obtidos apresentarem ligeiras alterações (2-3 m) de cada vez que se repetia o processo. No entanto, em certos casos, o *breakpoint* apresentado pelo programa podia alterar consideravelmente. Era importante incluir um mecanismo de simulações/repetições de forma a determinar qual o resultado mais fiável.

Os resultados deste trabalho concluem que charcos a uma distância superior a 424 m da estrada não influenciam o número de atropelamentos de anfíbios ibéricos em geral. O mesmo se verifica para charcos acima de 506 m para Urodelos e 420 m para Anuros. Mais concretamente, aconselha-se uma distância mínima de evitação, ou adaptação, do corredor rodoviário para charcos que se encontrem a menos de 600m (506 m \pm 74 m).

Caso fossem tomadas em consideração as distâncias a charcos aqui referidas no planeamento de estradas futuras, os anfíbios ibéricos seriam menos afetadas por estas,

atenuando o declínio populacional que este grupo faunístico sofre devido a estas estruturas.

Referências Bibliográficas

Andrews, KM, Gibsons, JW & Jochimsen, DM 2008. Ecological effects of roads on amphibians and reptiles: a literature review. *Herpetological Conservation*, 3: 121-143.

Aresco, MJ 2003. Highway mortality of turtles and other herpetofauna at Lake Jackson, Florida, USA, and the efficacy of a temporary fence/culvert system to reduce roadkills. Em: Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation, Eds. Irwin CL, Garrett P, McDermott KP. Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC: pp. 433-449.

Baluev, RV 2012. Distinguishing between a true period and its alias, and other tasks of model discrimination. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 422(3): 2372-2385.

Bivand, R 2014. spdep: Spatial dependence: weighting schemes, statistics and models. R package version 0.5-71, URL <http://CRAN.R-project.org/package=spdep>. acessado a 26 de Maio de 2014.

Chambers, DL 2008. Logging road effects on breeding-site selection in *Notophthalmus viridescens* (Red-spotted Newt) and three ambystomatid salamanders in south-central Pennsylvania. *Northeastern Naturalis*, 15(1): 123-130.

Clevenger, AP, Chruszcz, B & Gunson, KE 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological conservation*, 109(1): 15-26.

Coleman, JL, Ford, NB & Herriman, K 2008. A road survey of Amphibians and Reptiles in a Bottomland Hardwood Forest. *Southeastern Naturalist*, 7(2): 339-348.

Colino-Rabanal, VJ, Peris, SJ & Lizana, M 2011. Identification of distance thresholds to forest in ungulate-vehicle collisions at two different scales.

D'amico, M 2008. Amphibian road-kills in Mediterranean habitats. Master Thesis, Pablo de Olavide University and Doñana Biological Station, Doñana National Park, Spain

Degani, G & Warburg, MR 1978. Population structure and seasonal activity of the adult *Salamandra salamandra* (L.)(Amphibia, Caudata, Salamandridae) in Israel. *Journal of Herpetology*, 437-444.

Dormann, CF, McPherson, JM, Araújo, MB, Bivand, R, Bolliger, J, Carl, G, Davies, RG, Hirzel, A, Jetz, W, Kissling, WD, Kühn, I, Ohlemüller, R, Peres-Neto, PR, Reineking, B, Schröder, B, Schurr, FM & Wilson, R 2007. Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography*, 30(5): 609-628.

Eigenbrod, F, Hecnar, SJ & Fahrig, L 2007. The relative effects of road traffic and forest cover on anuran populations. *Biological conservation*, 141(1): 35-46.

EP 2005. Recenseamento do tráfego – Évora. Estradas de Portugal, E.P.E.

ESRI (Environmental Systems Research Institute) 2012. ArcGIS Desktop: Release 10.1. Redlands, California.

Fahrig, L, Pedlar, JH, Pope, SE, Taylor, PD & Wegner, JF 1995. Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation*, 73(3): 177-182.

Forman, RTT & Alexander, LE 1998. Roads and their major ecological effects'. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207-231.

Glista, DJ, DeVault, TL & DeWoody JA 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91: 1-7.

Gomes, L, Grilo, C, Silva, C & Mira, A 2009. Identification methods and deterministic factors of owl roadkill hotspot locations in Mediterranean landscapes. *Ecological research*, 24(2): 355-370.

Gómez-Mestre, I 2009. Sapo corredor – *Epidalea calamita*. Em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Martínez-Solano, I. (Eds.). Museo

Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> acedido a 4 de Abril de 2014.

Gonzalez, P 2012, R function ME.nb available online at "<http://marc.info/?l=r-sig-geo&m=132826682014208&w=2>"

Hartel, T, Moga, CI, Öllerer, K & Puky, M 2009. Spatial and temporal distribution of amphibian road mortality with a *Rana dalmatina* and *Bufo bufo* predominance along the middle section of the Târnava Mare basin, Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 5(1): 130-141.

Hels, T & Buchwald, E 2001. The effect of roadkills on amphibian populations. *Biological Conservation*, 99: 331-340.

Holderegger, R & Di Giulio, M 2010. The genetic effects of roads: A review of empirical evidence', *Basic and Applied Ecology*, 11: 522-531.

Homan, RN, Windmiller, BS & Reed JM 2004. Critical thresholds associated with habitat loss for two vernal pool-breeding amphibians. *Ecological Applications*, 14(5): 1547-1553.

Huijser, MP & Clevenger, AP 2006. Habitat and corridor function of rights-of-way, em John Davenport and Julia L. Davenport (eds). *The Ecology of Transportation: Managing Mobility for the Environment*, Springer, Netherlands, 233-254.

IPMA. I.P. 2014, Instituto Português do Mar e da Atmosfera, disponível em: <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/007/> acedido a 24 de Junho de 2014.

Langen, TA, Machniak, A, Crowe, EK, Mangan, C, Marker, DF, Liddle, N & Roden, B 2007. Methodologies for surveying herpetofauna mortality on rural highways. *The Journal of wildlife management*, 71(4): 1361-1368.

Langen, TA, Ogden, KM & Schwarting, LL 2009. Predicting hot spots of herpetofauna road mortality along highway networks. *The Journal of Wildlife Management*, 73(1): 104-114.

Loureiro, A, Ferrand de Almeida, N, Carretero, MA, & Paulo, OS (eds.) 2008. Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal. 1ª edição, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Lisboa, 257 pp. <http://www.icnf.pt/portal/naturaclas/patrinatur/atlas-anfi-rept/anfibios>

Marsh, DM, Milam, GS, Gorham, NP & Beckman, NG 2005. Forest roads as partial barriers to terrestrial salamander movement. *Conservation Biology*, 19(6): 2004-2008.

Marsh, DM, Page, RB, Hanlon, TJ, Corritone, R, Little, EC, Seifert, DE & Cabe, PR 2007. Effects of roads on patterns of genetic differentiation in red-backed salamanders, *Plethodon cinereus*. *Conservation Genetics*, 9(3): 603-613.

Martínez-Solano, I 2009. Sapillo pintojo ibérico – *Discoglossus galganoi*. Em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A (Ed.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> Muggeo, VMR 2003. Estimating regression models with unknown break-points. *Statistics in Medicine*, 22: 3055-3071.

Muggeo, VMR 2008. segmented: an R Package to Fit Regression Models with Broken-Line Relationships. *R News*, 8(1): 20-25, URL <http://cran.r-project.org/doc/Rnews/> acedido a 26 de Maio de 2014..

Ortiz-Santaliestra, M 2014. Sapo común – *Bufo spinosus*. Em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles.

Paradis, E, Claude, J & Strimmer, K 2004. APE: analyses of phylogenetics and evolution in R language. *Bioinformatics*, 20: 289-290.

Pinto-Correia, T 2000. Future development in Portuguese rural areas: how to manage agricultural support for landscape conservation? *Landscape and Urban Planning*, 50(1): 95-106.

R Core Team 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org/> acedido a 26 de Maio de 2014.

Recuero, E 2010. Sapo de espuelas – *Pelobates cultripes*. Em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Martínez-Solano, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> accedido a 4 de Abril de 2014.

Carrascal, LM, Salvador, A (Eds.) 2009, Anfíbios (vários autores) em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> accedido a 4 de Abril de 2014.

Salvador, A 2014. Gallipato – *Pleurodeles waltl*. Em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Martínez-Solano, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/> accedido a 4 de Abril de 2014.

Sillero, N 2008. Amphibian mortality levels on Spanish country roads: descriptive and spatial analysis. *Amphibia-Reptilia*, 29(3): 337-347.

Sinsch, U 2006. Orientation and navigation in Amphibia. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 39(1): 65-71.

Tok, CV, Ayaz, D & Cicek, K 2011. Road mortality of amphibians and reptiles in the Anatolian part of Turkey', *Turkish Journal of Zoology*, 35(6): 851-857.

Toms, JD & Lesperance, ML 2003. Piecewise regression: a tool for identifying ecological thresholds. *Ecology*, 84(8): 2034-2041.

van Langevelde, F, van Dooremalen, C & Jaarsma, CF 2009. Traffic mortality and the role of minor roads. *Journal of Environmental Management*, 90: 660-667.

Venables, WN & Ripley, BD 2002. *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition, Springer, New York

Vijayakumar, SP, Vasudevan, K & Ishwar, NM 2001. Herpetofaunal mortality on roads in the Anamalai Hills, southern Western Ghats. *HAMADRYAD-MADRAS-*, 26: 253-260.

Zuur, AF, Ieno, EN & Smith, GM 2007. *Analysing ecological data*. Springer, New York.

Anexo

Anexo A – Sumário dos Modelos Lineares Generalizados de distribuição Negativa Binomial

Anfíbios – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Anf_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Anf, init.theta = 5.508221041, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.0701	-0.8492	-0.1603	0.5006	3.8408

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	2.2129596	0.0620353	35.673	< 2e-16	***
DCP_100	-0.0002795	0.0001148	-2.435	0.01488	*
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec2	-4.7776536	0.5011744	-9.533	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec15	4.2010036	0.5644544	7.443	9.87e-14	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec24	2.2227986	0.5615358	3.958	7.54e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec4	3.8330443	0.6183261	6.199	5.68e-10	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec21	-1.7756884	0.5679616	-3.126	0.00177	**
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec3	-4.1496053	0.5673064	-7.315	2.58e-13	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec22	3.8131370	0.5875781	6.490	8.61e-11	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec11	-4.6128361	0.5956090	-7.745	9.58e-15	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec27	-2.2182340	0.5670397	-3.912	9.16e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec13	2.3399731	0.5622494	4.162	3.16e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec1	3.3598319	0.5555328	6.048	1.47e-09	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec12	-4.3129589	0.5700483	-7.566	3.85e-14	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec47	-1.5549617	0.5609733	-2.772	0.00557	**
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec30	2.8261573	0.5790362	4.881	1.06e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec17	-1.4850750	0.5650319	-2.628	0.00858	**
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec8	-3.0808463	0.5986297	-5.146	2.65e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec77	-1.4406934	0.5553402	-2.594	0.00948	**
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec441	0.6453704	0.5512796	1.171	0.24173	
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec9	-3.1554995	0.5769728	-5.469	4.52e-08	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec5	2.9042129	0.5699705	5.095	3.48e-07	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.5082) family taken to be 1)

Null deviance: 1447.76 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 561.62 on 484 degrees of freedom
AIC: 2950

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 5.508
Std. Err.: 0.619

2 x log-likelihood: -2903.982

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_EV.nb_DCP_Anf, seg.Z = ~DCP_100, psi = 500)
```

Estimated Break-Point(s):

```
Est. St.Err
423.7 114.5
```

t value for the gap-variable(s) V: 0

Meaningful coefficients of the linear terms:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	2.3739471	0.1215920	19.524	< 2e-16	***
DCP_100	-0.0008521	0.0004376	-1.947	0.052080	.
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec2	-4.8846691	0.5457820	-8.950	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec15	4.2454265	0.6078129	6.985	9.52e-12	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec24	2.0020026	0.6126903	3.268	0.001162	**
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec4	3.7059791	0.6706418	5.526	5.37e-08	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec21	-1.5299322	0.6285088	-2.434	0.015286	*
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec3	-4.0318357	0.6176292	-6.528	1.69e-10	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec22	3.9254203	0.6372567	6.160	1.54e-09	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec11	-4.4637561	0.6493552	-6.874	1.94e-11	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec27	-2.2506254	0.6283928	-3.582	0.000376	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec13	2.3038102	0.6053378	3.806	0.000160	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec1	3.2001259	0.6056085	5.284	1.92e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec12	-4.3928882	0.6167970	-7.122	3.89e-12	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec47	-1.6363597	0.6066704	-2.697	0.007236	**
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec30	3.0131154	0.6283495	4.795	2.17e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec17	-1.4546536	0.6088851	-2.389	0.017276	*
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec8	-2.8027205	0.6617915	-4.235	2.74e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec77	-1.5415798	0.5993018	-2.572	0.010401	*
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec441	0.6449321	0.5927929	1.088	0.277159	
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec9	-3.3061918	0.6317538	-5.233	2.49e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Anfvec5	2.5582095	0.6462869	3.958	8.68e-05	***
U1.DCP_100	0.0008314	0.0004846	1.715	NA	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.5979) family taken to be 1.167754)

Null deviance: 1462.03 on 505 degrees of freedom

Residual deviance: 557.44 on 482 degrees of freedom

AIC: 2945.8

Convergence attained in 4 iterations with relative change -1.199407e-10

Anfibios – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Anf_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Anf, init.theta = 5.263235789, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.0614	-0.8202	-0.1513	0.5432	4.0816

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	2.0140888	0.0331081	60.834	< 2e-16	***
DF_100	0.0005385	0.0001627	3.309	0.000937	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec2	-4.6173477	0.5138837	-8.985	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec15	3.5319336	0.5749732	6.143	8.11e-10	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec24	2.1382848	0.5654766	3.781	0.000156	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec3	-4.4651458	0.5463126	-8.173	3.00e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec11	-4.7877863	0.5820316	-8.226	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec22	4.5075009	0.5838257	7.721	1.16e-14	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec21	-1.8503245	0.5714860	-3.238	0.001205	**
Fit_EV.nb_DF_Anfvec27	-2.5444012	0.5698282	-4.465	8.00e-06	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec1	3.7710018	0.5668809	6.652	2.89e-11	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec13	2.3364816	0.5620404	4.157	3.22e-05	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec12	-4.2962476	0.5763098	-7.455	9.00e-14	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec30	3.1801226	0.5751730	5.529	3.22e-08	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec47	-1.5392040	0.5645612	-2.726	0.006403	**
Fit_EV.nb_DF_Anfvec8	-3.6417977	0.5937943	-6.133	8.62e-10	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec9	-3.8825720	0.6280710	-6.182	6.34e-10	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec4	2.8652950	0.5937760	4.826	1.40e-06	***
Fit_EV.nb_DF_Anfvec20	1.8138664	0.5738989	3.161	0.001574	**
Fit_EV.nb_DF_Anfvec77	-1.3484130	0.5605170	-2.406	0.016143	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.2632) family taken to be 1)

Null deviance: 1407.97 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 562.51 on 486 degrees of freedom
AIC: 2959.9

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 5.263
Std. Err.: 0.585

2 x log-likelihood: -2917.904

Caudata – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Uro_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Uro, init.theta = 3.493396146, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.7388	-0.9253	-0.2325	0.5093	3.3076

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	1.5403560	0.0743444	20.719	< 2e-16	***
DCP_100	-0.0006513	0.0001360	-4.787	1.69e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec2	-8.9825618	0.6925267	-12.971	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec20	-3.2475536	0.8188228	-3.966	7.31e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec13	-3.7853569	0.7594302	-4.984	6.21e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec5	-7.0693973	0.7625179	-9.271	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec24	1.5502883	0.7552471	2.053	0.04010	*
Fit_EV.nb_DCP_Urovec22	2.4164621	0.7901461	3.058	0.00223	**
Fit_EV.nb_DCP_Urovec32	-3.6641635	0.7640889	-4.795	1.62e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec15	-2.6678294	0.8121374	-3.285	0.00102	**
Fit_EV.nb_DCP_Urovec53	2.3693824	0.7944746	2.982	0.00286	**
Fit_EV.nb_DCP_Urovec17	1.3487960	0.7655903	1.762	0.07811	.
Fit_EV.nb_DCP_Urovec4	-3.9392247	0.8250343	-4.775	1.80e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec26	-1.9004828	0.8116637	-2.341	0.01921	*
Fit_EV.nb_DCP_Urovec40	-2.5728740	0.7572654	-3.398	0.00068	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(3.4934) family taken to be 1)

Null deviance: 1246.86 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 582.89 on 491 degrees of freedom
AIC: 2323.2

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	3.493
Std. Err.:	0.479

2 x log-likelihood: -2291.153

GLM negativo binomial segmentado

Regression Model with Segmented Relationship(s)

Call:

segmented.glm(obj = NB_EV.nb_DCP_Uro, seg.Z = ~DCP_100, psi = 400)

Estimated Break-Point(s):

Est.	St.Err
506.9	73.8

t value for the gap-variable(s) V: 0

Meaningful coefficients of the linear terms:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	1.8199422	0.1188416	15.314	< 2e-16	***
DCP_100	-0.0015766	0.0003807	-4.141	4.08e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec2	-9.2133096	0.6991865	-13.177	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec20	-2.4416508	0.8475285	-2.881	0.004140	**
Fit_EV.nb_DCP_Urovec13	-3.6751100	0.7669960	-4.792	2.20e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec5	-6.4371891	0.7981679	-8.065	5.69e-15	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec24	1.0989258	0.7805578	1.408	0.159804	
Fit_EV.nb_DCP_Urovec22	2.7237837	0.8061627	3.379	0.000786	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec32	-3.6831878	0.7860127	-4.686	3.62e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec15	-2.7569191	0.8258761	-3.338	0.000908	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec53	2.6307281	0.8055804	3.266	0.001169	**
Fit_EV.nb_DCP_Urovec17	1.4139624	0.7755639	1.823	0.068892	.
Fit_EV.nb_DCP_Urovec4	-3.2957441	0.8564758	-3.848	0.000135	***
Fit_EV.nb_DCP_Urovec26	-1.6248404	0.8276010	-1.963	0.050176	.
Fit_EV.nb_DCP_Urovec40	-2.8747565	0.7758900	-3.705	0.000235	***
U1.DCP_100	0.0016568	0.0004860	3.409	NA	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(3.6877) family taken to be 1.055217)

Null deviance: 1281.80 on 505 degrees of freedom

Residual deviance: 570.23 on 489 degrees of freedom

AIC: 2310.5

Convergence attained in 3 iterations with relative change 6.264891e-06

Caudata – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Uro_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Uro, init.theta = 3.787215545,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.7258	-0.9717	-0.2511	0.5246	2.5736

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	1.1158350	0.0444141	25.123	< 2e-16	***
DF_100	0.0006956	0.0001988	3.500	0.000466	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec2	-8.8644126	0.6676618	-13.277	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec20	-3.6240747	0.7878637	-4.600	4.23e-06	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec22	3.9481842	0.7708821	5.122	3.03e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec24	1.7030876	0.7264728	2.344	0.019062	*
Fit_EV.nb_DF_Urovec13	-4.0736935	0.7155756	-5.693	1.25e-08	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec5	-6.2252711	0.7743827	-8.039	9.06e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec32	-3.6887194	0.7549087	-4.886	1.03e-06	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec3	1.7572883	0.7287956	2.411	0.015899	*
Fit_EV.nb_DF_Urovec53	2.2143955	0.7709701	2.872	0.004076	**
Fit_EV.nb_DF_Urovec40	-2.3142882	0.7437253	-3.112	0.001860	**
Fit_EV.nb_DF_Urovec18	-1.5413002	0.7729041	-1.994	0.046134	*
Fit_EV.nb_DF_Urovec8	-5.7820511	0.8525114	-6.782	1.18e-11	***
Fit_EV.nb_DF_Urovec1	-2.7950472	0.8020774	-3.485	0.000493	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(3.7872) family taken to be 1)

Null deviance: 1299.10 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 582.82 on 491 degrees of freedom
AIC: 2305

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	3.787
Std. Err.:	0.538

2 x log-likelihood: -2273.032

Anura – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Anu_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Anu, init.theta = 3.381833998, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.7220	-0.8954	-0.1662	0.4044	4.1498

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	1.6811774	0.0788050	21.333	< 2e-16	***
DCP_100	-0.0005349	0.0001475	-3.626	0.000288	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec15	6.9581558	0.7692367	9.046	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec4	4.5671078	0.8678560	5.263	1.42e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec21	-4.2603562	0.7568336	-5.629	1.81e-08	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec11	-4.2542365	0.7511903	-5.663	1.48e-08	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec9	3.5685304	0.7309084	4.882	1.05e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec27	1.0768583	0.7629520	1.411	0.158116	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec1	-3.1059507	0.6956617	-4.465	8.02e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec14	3.6633120	0.7543293	4.856	1.20e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec38	-2.1251727	0.7523970	-2.825	0.004735	**
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec395	1.0161574	0.7477851	1.359	0.174182	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec30	-2.5069943	0.7556583	-3.318	0.000908	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec462	1.3756873	0.7485845	1.838	0.066104	.
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec12	5.5762692	0.7605359	7.332	2.27e-13	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec13	2.9872120	0.7275258	4.106	4.03e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec3	-3.6527570	0.7099797	-5.145	2.68e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec67	-1.9482936	0.7460642	-2.611	0.009016	**
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec47	-1.8625628	0.7386036	-2.522	0.011678	*
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec18	-1.9816801	0.7714159	-2.569	0.010203	*
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec460	-0.9797118	0.7429615	-1.319	0.187284	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec435	1.0373565	0.7468607	1.389	0.164846	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec2	1.6688921	0.6437072	2.593	0.009525	**
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec175	-1.8035283	0.7394183	-2.439	0.014723	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(3.3818) family taken to be 1)

Null deviance: 1131.47 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 586.25 on 482 degrees of freedom
AIC: 2511.6

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 3.382
Std. Err.: 0.412

2 x log-likelihood: -2461.617

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_EV.nb_DCP_Anu, seg.Z = ~DCP_100, psi = 500)
```

Estimated Break-Point(s):

```
Est. St.Err
420.7 153.5
```

t value for the gap-variable(s) V: 0

Meaningful coefficients of the linear terms:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	1.8641980	0.1756950	10.610	< 2e-16	***
DCP_100	-0.0011514	0.0006084	-1.892	0.059029	.
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec15	7.0860651	0.8604287	8.236	1.71e-15	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec4	4.6624538	0.9646984	4.833	1.81e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec21	-3.9752064	0.8648937	-4.596	5.51e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec11	-4.1028799	0.8594560	-4.774	2.40e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec9	3.6176761	0.8131211	4.449	1.07e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec27	1.0400233	0.8694398	1.196	0.232209	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec1	-3.2443122	0.7760385	-4.181	3.46e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec14	3.8340496	0.8442603	4.541	7.08e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec38	-2.2260789	0.8423568	-2.643	0.008494	**
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec395	1.0353369	0.8287287	1.249	0.212161	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec30	-2.6953002	0.8413625	-3.203	0.001448	**
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec462	1.3724878	0.8279515	1.658	0.098033	.
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec12	5.6679049	0.8457931	6.701	5.81e-11	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec13	2.8687280	0.8139726	3.524	0.000465	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec3	-3.3137676	0.8362593	-3.963	8.54e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec67	-1.8176370	0.8337610	-2.180	0.029739	*
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec47	-1.9597302	0.8217933	-2.385	0.017480	*
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec18	-1.7317884	0.8921157	-1.941	0.052817	.
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec460	-0.9800728	0.8233143	-1.190	0.234478	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec435	1.0523253	0.8261434	1.274	0.203358	
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec2	1.4118422	0.7423359	1.902	0.057784	.
Fit_EV.nb_DCP_Anuvec175	-1.8339918	0.8223165	-2.230	0.026191	*
U1.DCP_100	0.0008257	0.0006451	1.280		NA

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for Negative Binomial(3.3969) family taken to be 1.228375)

```
Null deviance: 1134.14 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 583.97 on 480 degrees of freedom
AIC: 2509.3
```

Convergence attained in 6 iterations with relative change 9.415307e-06

Anura – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Anu_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Anu, init.theta = 3.861660124, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.8656	-0.9140	-0.1191	0.4337	3.4020

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.4576486	0.0401520	36.303	< 2e-16 ***
DF_100	-0.0004878	0.0001937	-2.518	0.011789 *
Fit_EV.nb_DF_Anuvec15	5.8014976	0.7241637	8.011	1.13e-15 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec4	4.2976678	0.7866567	5.463	4.68e-08 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec21	-3.8688171	0.7321513	-5.284	1.26e-07 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec3	-5.9963402	0.6894220	-8.698	< 2e-16 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec11	-4.9329314	0.7522316	-6.558	5.46e-11 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec27	-2.0839373	0.7291533	-2.858	0.004263 **
Fit_EV.nb_DF_Anuvec14	-3.7693788	0.7276123	-5.180	2.21e-07 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec30	2.8816549	0.7170966	4.019	5.86e-05 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec12	-6.5107702	0.7331832	-8.880	< 2e-16 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec22	4.2347055	0.7357710	5.755	8.64e-09 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec2	-2.2191424	0.6269988	-3.539	0.000401 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec1	3.9615717	0.7001895	5.658	1.53e-08 ***
Fit_EV.nb_DF_Anuvec47	-1.8326095	0.7078664	-2.589	0.009628 **
Fit_EV.nb_DF_Anuvec53	-1.8813097	0.7046905	-2.670	0.007592 **
Fit_EV.nb_DF_Anuvec6	-2.1823798	0.7521111	-2.902	0.003712 **
Fit_EV.nb_DF_Anuvec70	2.2636626	0.7125563	3.177	0.001489 **
Fit_EV.nb_DF_Anuvec67	-2.2722281	0.7189417	-3.161	0.001575 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(3.8617) family taken to be 1)

Null deviance: 1212.1 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 594.8 on 487 degrees of freedom
AIC: 2477.2

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	3.862
Std. Err.:	0.499

2 x log-likelihood: -2437.197

Bufo spinosus (Bs) – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Bs_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Bs, init.theta = 10.93270242,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.8510	-0.9941	-0.5517	0.5919	3.3081

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	0.0154319	0.1092694	0.141	0.887690	
DCP_100	-0.0003164	0.0002013	-1.571	0.116069	
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec2	-5.5807500	0.6976110	-8.000	1.25e-15	***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec3	-9.5279105	0.9920624	-9.604	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec11	-5.2089661	1.1813464	-4.409	1.04e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec5	-6.4618780	1.3071209	-4.944	7.67e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec24	3.6918732	0.9573722	3.856	0.000115	***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec6	-7.3215825	1.0953772	-6.684	2.32e-11	***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec9	-5.5370012	1.1836723	-4.678	2.90e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec47	2.1345016	0.9311314	2.292	0.021884	*
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec62	-3.4661155	0.9340093	-3.711	0.000206	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(10.9327) family taken to be 1)

Null deviance: 917.62 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 541.72 on 495 degrees of freedom
AIC: 1317.7

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	10.93
Std. Err.:	6.52

2 x log-likelihood: -1293.738

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_EV.nb_DCP_Bs, seg.Z = ~DCP_100, psi = 400)
```

```
Estimated Break-Point(s):
```

```
Est. St.Err  
1228 83260
```

```
t value for the gap-variable(s) V: 0
```

```
Meaningful coefficients of the linear terms:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-2.126e-02	1.154e-01	-0.184	0.853848
DCP_100	-2.042e-04	2.167e-04	-0.942	0.346472
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec2	-5.559e+00	7.238e-01	-7.681	8.58e-14 ***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec3	-9.474e+00	1.026e+00	-9.235	< 2e-16 ***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec11	-5.397e+00	1.230e+00	-4.389	1.40e-05 ***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec5	-6.147e+00	1.351e+00	-4.550	6.76e-06 ***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec24	3.831e+00	9.949e-01	3.851	0.000133 ***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec6	-7.157e+00	1.135e+00	-6.306	6.38e-10 ***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec9	-5.214e+00	1.233e+00	-4.229	2.80e-05 ***
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec47	2.129e+00	9.662e-01	2.204	0.028021 *
Fit_EV.nb_DCP_Bsvec62	-3.467e+00	9.679e-01	-3.582	0.000375 ***
U1.DCP_100	-1.712e+00	1.062e+03	-0.002	NA

```
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
(Dispersion parameter for Negative Binomial(11.0187) family taken to be 1.078394)
```

```
Null deviance: 918.32 on 505 degrees of freedom  
Residual deviance: 535.69 on 493 degrees of freedom  
AIC: 1311.7
```

```
Convergence attained in 4 iterations with relative change -1.456923e-09
```

Bufo spinosus (Bs) – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Bs_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Bs, init.theta = 11.10542673, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.4678	-0.9673	-0.5292	0.5822	3.0275

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-0.0744049	0.0665615	-1.118	0.2636	
DF_100	-0.0004859	0.0003249	-1.496	0.1347	
Fit_EV.nb_DF_Bsvec2	-5.6455323	0.7029893	-8.031	9.69e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Bsvec6	-6.7254928	1.1016410	-6.105	1.03e-09	***
Fit_EV.nb_DF_Bsvec24	3.8658211	0.9304570	4.155	3.26e-05	***
Fit_EV.nb_DF_Bsvec11	-6.0234834	1.1453908	-5.259	1.45e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Bsvec3	-9.9452674	0.9465851	-10.506	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Bsvec9	-4.8327913	1.2113425	-3.990	6.62e-05	***
Fit_EV.nb_DF_Bsvec5	-6.1101840	1.3019138	-4.693	2.69e-06	***
Fit_EV.nb_DF_Bsvec40	-2.3591695	0.9600661	-2.457	0.0140	*
Fit_EV.nb_DF_Bsvec95	1.9179334	0.9380465	2.045	0.0409	*
Fit_EV.nb_DF_Bsvec63	2.4154971	1.0595665	2.280	0.0226	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(11.1054) family taken to be 1)

Null deviance: 919.02 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 545.29 on 494 degrees of freedom
AIC: 1322.6

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	11.11
Std. Err.:	7.04

2 x log-likelihood: -1296.601

Epidalea calamita (Ec) – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Ec_100 ~ DCP_100, init.theta = 0.3102163761,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.9870	-0.9753	-0.9649	-0.0343	3.6815

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.1703576	0.1845050	0.923	0.356
DCP_100	-0.0001378	0.0003282	-0.420	0.675

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.3102) family taken to be 1)

Null deviance: 399.40 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 399.23 on 504 degrees of freedom
AIC: 1381.1

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	0.3102
Std. Err.:	0.0347

2 x log-likelihood: -1375.1350

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_DCP_Bc, seg.Z = ~DCP_100, psi = 200)
```

Estimated Break-Point(s):

Est.	St.Err
137.20	66.05

t value for the gap-variable(s) V: 0

Meaningful coefficients of the linear terms:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.324612	0.973162	1.361	0.174
DCP_100	-0.009790	0.011295	-0.867	0.386
U1.DCP_100	0.009979	0.011303	0.883	NA

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.3161) family taken to be 1.468137)

Null deviance: 403.82 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 395.55 on 502 degrees of freedom
AIC: 1377.4

Convergence attained in 2 iterations with relative change -4.943218e-1
2

Epidalea calamita – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Bc_100 ~ DF_100, init.theta = 0.3336629285,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.0462	-1.0274	-0.8585	-0.0228	3.8607

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.327094	0.105623	3.097	0.00196 **
DF_100	-0.002331	0.000553	-4.214	2.5e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.3337) family taken to be 1)

Null deviance: 416.63 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 399.43 on 504 degrees of freedom
AIC: 1364.5

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	0.3337
Std. Err.:	0.0380

2 x log-likelihood: -1358.5460

Discoglossus galganoi (Dg)– DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Dg_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Dg, init.theta = 7.60887721, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.3230	-0.6766	-0.5580	-0.4142	3.2324

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-1.6002855	0.2225750	-7.190	6.49e-13	***
DCP_100	-0.0001834	0.0003912	-0.469	0.63914	
Fit_EV.nb_DCP_Dgvec1	13.8933847	1.9726799	7.043	1.88e-12	***
Fit_EV.nb_DCP_Dgvec30	5.0150969	2.2090992	2.270	0.02320	*
Fit_EV.nb_DCP_Dgvec120	4.9189325	1.8460117	2.665	0.00771	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(7.6089) family taken to be 1)

Null deviance: 420.84 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 341.01 on 501 degrees of freedom
AIC: 571.66

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	7.6
Std. Err.:	12.3

2 x log-likelihood: -559.662

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_EV.nb_DCP_Dg, seg.Z = ~DCP_100, psi = 200)
```

```
Estimated Break-Point(s):
```

```
Est. St.Err  
79.63 37.95
```

```
t value for the gap-variable(s) V: 0
```

```
Meaningful coefficients of the linear terms:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.47767	0.59925	-0.797	0.42577
DCP_100	-0.01545	0.01259	-1.227	0.22037
Fit_EV.nb_DCP_Dgvec1	12.38078	2.19929	5.629	3.02e-08 ***
Fit_EV.nb_DCP_Dgvec30	5.15235	2.32733	2.214	0.02729 *
Fit_EV.nb_DCP_Dgvec120	4.96053	1.91748	2.587	0.00996 **
U1.DCP_100	0.01547	0.01259	1.229	NA

```
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
(Dispersion parameter for Negative Binomial(678.4719) family taken to  
be 1.175388)
```

```
Null deviance: 442.79 on 505 degrees of freedom  
Residual deviance: 336.83 on 499 degrees of freedom  
AIC: 567.48
```

```
Convergence attained in 6 iterations with relative change -1.534381e-1  
1
```

Discoglossus galganoi – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Dg_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Dg, init.theta = 16.94600038, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5537	-0.6737	-0.5401	-0.4032	3.1792

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-1.7036902	0.1305453	-13.051	< 2e-16 ***
DF_100	-0.0001364	0.0005678	-0.240	0.81014
Fit_EV.nb_DF_Dgvec1	13.6665375	1.6553980	8.256	< 2e-16 ***
Fit_EV.nb_DF_Dgvec30	4.9969738	2.1982320	2.273	0.02302 *
Fit_EV.nb_DF_Dgvec120	5.1264244	1.8387410	2.788	0.00530 **
Fit_EV.nb_DF_Dgvec9	6.6927423	2.4111501	2.776	0.00551 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(16.946) family taken to be 1)

Null deviance: 432.44 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 340.95 on 500 degrees of freedom
AIC: 565.68

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	16.9
Std. Err.:	51.2

2 x log-likelihood: -551.677

Pelobates cultripes – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Pc_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Pc, init.theta = 2.133451545, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.2807	-1.1296	-0.3461	0.3767	3.4492

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	0.5357398	0.1108602	4.833	1.35e-06	***
DCP_100	-0.0005542	0.0002048	-2.706	0.006807	**
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec16	-7.1849586	1.1452362	-6.274	3.52e-10	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec10	3.7085424	1.1476829	3.231	0.001232	**
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec12	7.5746933	1.1740607	6.452	1.11e-10	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec15	5.9243556	1.2431954	4.765	1.88e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec13	-5.3306839	1.2163220	-4.383	1.17e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec7	3.3810450	1.0437529	3.239	0.001198	**
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec24	-4.0441893	1.1413459	-3.543	0.000395	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec1	-8.5658827	1.1282411	-7.592	3.14e-14	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec41	2.6116066	1.0895376	2.397	0.016531	*
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec9	5.8723135	1.2068250	4.866	1.14e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec3	5.9816615	1.1707740	5.109	3.24e-07	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec14	4.8541581	1.1274755	4.305	1.67e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Pcvec27	3.1862372	1.1463940	2.779	0.005447	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(2.1335) family taken to be 1)

Null deviance: 1184.7 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 550.1 on 491 degrees of freedom
AIC: 1672.1

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 2.133
Std. Err.: 0.366

2 x log-likelihood: -1640.137

Pelobates cultripes – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Pc_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Pc, init.theta = 2.418  
23322,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.1036	-1.1566	-0.3353	0.4152	4.0498

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	0.1842830	0.0649149	2.839	0.00453	**
DF_100	0.0004647	0.0002792	1.665	0.09597	.
Fit_EV.nb_DF_Pcvec4	8.2868175	1.1910178	6.958	3.46e-12	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec16	-5.1316215	1.1508302	-4.459	8.23e-06	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec11	-4.5715627	1.1359187	-4.025	5.71e-05	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec27	-4.6117368	1.1365349	-4.058	4.96e-05	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec15	-6.0108344	1.2279969	-4.895	9.84e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec5	6.0354601	1.2100465	4.988	6.11e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec2	-6.1229996	1.0015230	-6.114	9.74e-10	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec14	5.9049573	1.1488741	5.140	2.75e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec20	-7.1242847	1.1461972	-6.216	5.11e-10	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec41	3.1579170	1.0819358	2.919	0.00351	**
Fit_EV.nb_DF_Pcvec24	3.9743944	1.0966363	3.624	0.00029	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec12	-7.0519222	1.1539196	-6.111	9.88e-10	***
Fit_EV.nb_DF_Pcvec6	-3.5023068	1.0791594	-3.245	0.00117	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(2.4182) family taken to be 1)

Null deviance: 1251.57 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 559.22 on 491 degrees of freedom
AIC: 1660.9

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	2.418
Std. Err.:	0.443

2 x log-likelihood: -1628.855

Pleurodeles waltl – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Pw_100 ~ DCP_100, init.theta = 0.4080756645,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5163	-1.1724	-0.6002	0.0156	3.8091

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.8947989	0.1581422	11.982	< 2e-16 ***
DCP_100	-0.0023028	0.0003011	-7.648	2.04e-14 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.4081) family taken to be 1)

Null deviance: 553.38 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 483.14 on 504 degrees of freedom
AIC: 1921.6

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	0.4081
Std. Err.:	0.0359

2 x log-likelihood: -1915.5710

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_DCP_Pw, seg.Z = ~DCP_100, psi = 500)
```

Estimated Break-Point(s):

Est.	St.Err
504.40	79.32

t value for the gap-variable(s) V: 0

Meaningful coefficients of the linear terms:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.4716743	0.2833644	8.723	< 2e-16 ***
DCP_100	-0.0042252	0.0008983	-4.703	3.31e-06 ***
U1.DCP_100	0.0033492	0.0011432	2.930	NA

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.4207) family taken to be 1.348851)

Null deviance: 564.90 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 470.83 on 502 degrees of freedom
AIC: 1909.3

Convergence attained in 2 iterations with relative change $-4.514823e-1$
1

Pleurodeles waltl – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Pw_100 ~ DF_100, init.theta = 0.3666343391,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.8860	-1.1127	-0.5373	0.0194	4.8124

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.4780948	0.0963058	4.964	6.89e-07 ***
DF_100	0.0030189	0.0003946	7.651	2.00e-14 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(0.3666) family taken to be 1)

Null deviance: 514.31 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 477.69 on 504 degrees of freedom
AIC: 1950.2

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	0.3666
Std. Err.:	0.0310

2 x log-likelihood: -1944.2110

Salamandra salamandra – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Ss_100 ~ DCP_100, init.theta = 1.059136021,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.6372	-1.4297	-0.3909	0.3388	2.4648

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.4063729	0.1111866	3.655	0.000257 ***
DCP_100	0.0004723	0.0001924	2.454	0.014117 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(1.0591) family taken to be 1)

Null deviance: 551.70 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 544.93 on 504 degrees of freedom
AIC: 1895.4

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	1.059
Std. Err.:	0.119

2 x log-likelihood: -1889.351

Salamandra salamandra – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Ss_100 ~ DF_100, init.theta = 1.065202718, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.5312	-1.4324	-0.4456	0.3088	2.3060

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	0.7590690	0.0641242	11.837	<2e-16 ***
DF_100	-0.0009807	0.0003049	-3.216	0.0013 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(1.0652) family taken to be 1)

Null deviance: 553.23 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 543.58 on 504 degrees of freedom
AIC: 1892.5

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta:	1.065
Std. Err.:	0.120

2 x log-likelihood: -1886.494

Sapos – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Sapos_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Sapos,
       init.theta = 2.141039178, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.4400	-0.8825	-0.2339	0.4276	5.3101

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	1.7043692	0.0862400	19.763	< 2e-16 *
DCP_100	-0.0007791	0.0001619	-4.813	1.48e-06 *
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec15	7.1201505	0.8851941	8.044	8.72e-16 ***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec4	4.9335854	0.9650784	5.112	3.19e-07 ***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec21	-3.6806518	0.8726424	-4.218	2.47e-05 ***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec11	-4.0642139	0.8580303	-4.737	2.17e-06 ***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec9	4.2256586	0.8533754	4.952	7.36e-07 ***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec27	2.1083132	0.8718303	2.418	0.015595 *
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec14	4.0605940	0.8847786	4.589	4.45e-06 ***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec502	-1.4780455	0.8536856	-1.731	0.083386 .
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec395	1.4859378	0.8726377	1.703	0.088603 .
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec1	-3.1802612	0.8860465	-3.589	0.000332 ***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec38	-2.0809082	0.8774383	-2.372	0.017713 *
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec30	-2.1624206	0.8770228	-2.466	0.013677 *
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec107	1.9437057	0.8658259	2.245	0.024774 *
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec485	-1.0368204	0.8677176	-1.195	0.232133
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec462	1.1807890	0.8696091	1.358	0.174515
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec465	-0.6436915	0.8688075	-0.741	0.458760
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec143	1.1068449	0.8656436	1.279	0.201025
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec31	1.2126446	0.8694685	1.395	0.163107
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec384	0.7826336	0.8727774	0.897	0.369870
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec106	-1.1569478	0.8600154	-1.345	0.178540

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(2.141) family taken to be 1)

Null deviance: 907.01 on 505 degrees of freedom
 Residual deviance: 580.69 on 484 degrees of freedom
 AIC: 2483.4

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 2.141
 Std. Err.: 0.229

2 x log-likelihood: -2437.415

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_EV.nb_DCP_Sapos, seg.Z = ~DCP_100,
psi = 500)
```

Estimated Break-Point(s):

```
Est. St.Err
476.40 83.48
```

t value for the gap-variable(s) V: 0

Meaningful coefficients of the linear terms:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	2.0021190	0.1619087	12.366	< 2e-16	*
**					
DCP_100	-0.0017800	0.0005188	-3.431	0.000653	*
**					
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec15	7.3212895	1.0172587	7.197	2.37e-12	***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec4	4.9186138	1.0986507	4.477	9.46e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec21	-3.1367656	1.0155866	-3.089	0.002127	**
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec11	-3.7392330	0.9905622	-3.775	0.000180	***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec9	4.4081116	0.9779504	4.508	8.24e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec27	2.1477071	1.0093864	2.128	0.033866	*
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec14	4.4069351	1.0165812	4.335	1.78e-05	***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec502	-1.5556373	0.9763787	-1.593	0.111755	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec395	1.4538706	0.9957972	1.460	0.144940	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec1	-3.4284559	1.0051291	-3.411	0.000702	***
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec38	-2.2248778	1.0080209	-2.207	0.027772	*
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec30	-2.6236211	1.0115763	-2.594	0.009787	**
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec107	1.9105481	0.9895368	1.931	0.054100	.
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec485	-0.9703231	0.9916483	-0.978	0.328320	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec462	1.1744539	0.9901061	1.186	0.236132	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec465	-0.5659664	0.9905524	-0.571	0.568019	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec143	1.0446894	0.9895580	1.056	0.291628	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec31	1.1399101	0.9939436	1.147	0.252010	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec384	0.7805571	0.9957297	0.784	0.433481	
Fit_EV.nb_DCP_Saposvec106	-1.4159158	0.9874623	-1.434	0.152251	
U1.DCP_100	0.0016325	0.0006138	2.660		NA

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for Negative Binomial(2.2126) family taken to be 1.32709)

```
Null deviance: 924.26 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 571.69 on 482 degrees of freedom
AIC: 2474.4
```

Convergence attained in 4 iterations with relative change -4.636257e-06

Sapos – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Sapos_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Sapos, init.theta =  
3.62537653,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.8171	-0.8826	-0.1626	0.5036	3.8233

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	1.2914974	0.0429344	30.081	< 2e-16	***
DF_100	-0.0004492	0.0002076	-2.164	0.030445	*
Fit_EV.nb_DF_Saposvec15	5.9009710	0.7713683	7.650	2.01e-14	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec4	4.3252220	0.8158804	5.301	1.15e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec21	-3.9958756	0.7695139	-5.193	2.07e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec11	-5.2105787	0.7935315	-6.566	5.16e-11	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec27	-2.3773931	0.7712114	-3.083	0.002052	**
Fit_EV.nb_DF_Saposvec3	-5.7386234	0.7225940	-7.942	1.99e-15	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec6	-3.7273895	0.8137898	-4.580	4.64e-06	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec14	-3.9032347	0.7712812	-5.061	4.18e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec30	2.5736843	0.7532773	3.417	0.000634	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec12	-6.6308625	0.7692747	-8.620	< 2e-16	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec22	4.1358794	0.7789455	5.310	1.10e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec53	-1.9855159	0.7505348	-2.645	0.008158	**
Fit_EV.nb_DF_Saposvec1	3.6900719	0.7329208	5.035	4.78e-07	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec2	-2.2099448	0.6560205	-3.369	0.000755	***
Fit_EV.nb_DF_Saposvec70	2.3993532	0.7511098	3.194	0.001401	**
Fit_EV.nb_DF_Saposvec42	-1.2162183	0.7505101	-1.621	0.105120	
Fit_EV.nb_DF_Saposvec8	-1.9354888	0.7782822	-2.487	0.012887	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(3.6254) family taken to be 1)

Null deviance: 1200.65 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 593.41 on 487 degrees of freedom
AIC: 2354.2

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 3.625
Std. Err.: 0.486

2 x log-likelihood: -2314.175

Rãs – DCP

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Ras_100 ~ DCP_100 + Fit_EV.nb_DCP_Ras, init.theta = 4.863649237,  
link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4456	-0.8733	-0.6895	0.3846	3.4782

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-0.7517443	0.1604242	-4.686	2.79e-06	***
DCP_100	-0.0005682	0.0002977	-1.909	0.056286	.
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec2	5.2689889	1.0945797	4.814	1.48e-06	***
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec66	5.3512539	1.6495176	3.244	0.001178	**
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec111	4.9819852	1.6396428	3.038	0.002378	**
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec81	4.5052747	1.6740837	2.691	0.007120	**
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec105	-4.1900992	1.7204644	-2.435	0.014873	*
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec1	-6.5794968	1.9395072	-3.392	0.000693	***
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec367	-1.7139847	1.5431082	-1.111	0.266682	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(4.8636) family taken to be 1)

Null deviance: 510.55 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 429.60 on 497 degrees of freedom
AIC: 836.39

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 4.86
Std. Err.: 3.50

2 x log-likelihood: -816.393

GLM negativo binomial segmentado

```
segmented.glm(obj = NB_EV.nb_DCP_Ras, seg.Z = ~DCP_100, psi = 200)
```

```
Estimated Break-Point(s):
```

```
Est. St.Err  
71.91 33.10
```

```
t value for the gap-variable(s) V: 0
```

```
Meaningful coefficients of the linear terms:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	0.42938	0.69710	0.616	0.53821
DCP_100	-0.01793	0.01521	-1.178	0.23919
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec2	4.25041	1.28410	3.310	0.00100 **
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec66	5.61875	1.73349	3.241	0.00127 **
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec111	4.91374	1.70726	2.878	0.00417 **
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec81	4.51434	1.73333	2.604	0.00948 **
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec105	-4.05208	1.79763	-2.254	0.02463 *
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec1	-6.08837	1.97866	-3.077	0.00221 **
Fit_EV.nb_DCP_Rasvec367	-1.87706	1.62990	-1.152	0.25002
U1.DCP_100	0.01749	0.01520	1.150	NA

```
---  
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.6085) family taken to be  
1.093217)
```

```
Null deviance: 516.70 on 505 degrees of freedom  
Residual deviance: 425.73 on 495 degrees of freedom  
AIC: 832.52
```

```
Convergence attained in 6 iterations with relative change -2.276901e-1  
2
```

Rãs – DF

GLM negativo binomial simples

```
glm.nb(formula = Ras_100 ~ DF_100 + Fit_EV.nb_DF_Ras, init.theta = 5.590720565, link = log)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.4316	-0.8517	-0.6913	0.4737	2.7731

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-1.0655370	0.0963464	-11.059	< 2e-16	***
DF_100	0.0003228	0.0003871	0.834	0.404319	
Fit_EV.nb_DF_Rasvec1	5.4371397	1.4671929	3.706	0.000211	***
Fit_EV.nb_DF_Rasvec17	4.8771490	1.6184242	3.014	0.002582	**
Fit_EV.nb_DF_Rasvec30	5.3363763	1.7534988	3.043	0.002340	**
Fit_EV.nb_DF_Rasvec3	-5.4067872	1.4787362	-3.656	0.000256	***
Fit_EV.nb_DF_Rasvec6	5.0044997	1.5673855	3.193	0.001409	**
Fit_EV.nb_DF_Rasvec111	-4.5765850	1.6096208	-2.843	0.004465	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for Negative Binomial(5.5907) family taken to be 1)

Null deviance: 516.57 on 505 degrees of freedom
Residual deviance: 432.87 on 498 degrees of freedom
AIC: 833.02

Number of Fisher Scoring iterations: 1

Theta: 5.59
Std. Err.: 4.51

2 x log-likelihood: -815.018