

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA ANIMAL



**Aliados improváveis: o papel do javali e do ser humano como
engenheiros do ecossistema na conservação do anuro
*Discoglossus galganoi***

Mónica Sofia Peliano Fernandes

Mestrado em Biologia da Conservação

Dissertação orientada por:
Professor Doutor Rui Rebelo

Agradecimentos

Mais uma etapa concluída! Foi uma longa e árdua etapa, que requereu de mim muita dedicação e força de vontade; porém hoje vejo, nestas páginas, a concretização de um trabalho do qual muito me orgulho. No entanto, não realizei este percurso sozinha e esta dissertação não teria sido concretizada sem o contributo de muitas pessoas que merecem a minha total gratidão.

Primeiramente quero agradecer ao meu orientador, Professor Rui Rebelo, por ter possibilitado o desenvolvimento deste projeto, por todos os ensinamentos em trabalho de campo e por toda a orientação durante a elaboração do manuscrito.

Seguidamente, agradeço ao Centro de Ecologia, Evolução e Alterações Ambientais (cE3c) e à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) pela disponibilização da estação de campo na Serra de Grândola, a Herdade da Ribeira Abaixo (HRA), onde foi possível realizar a recolha dos dados, desenvolver várias competências práticas e onde vivi momentos inesquecíveis.

Ao meu amigo Bruno Calhau Pinto, peço as mais sinceras desculpas por todo o mau feitio e a mania de controle que teve de suportar durante as estadias na HRA, mas a ele estou eternamente grata pela disponibilidade e interesse que mostrou desde o início em acompanhar-me nesta aventura. Agradeço, ainda, por todos os ensinamentos sobre herpetologia, por toda a ajuda no extenso trabalho de campo, pelos nossos longos debates e partilhas de sonhos, pelos vários momentos de humor e pelo apoio incondicional durante o desenvolvimento do manuscrito. E não me posso esquecer do seu fiel corcel, Leroy (Renault Clio), que muito quilómetro percorreu, passando por diversas estradas de terra batida, para que todos os dados fossem recolhidos.

À minha amiga Mafalda Naia, agradeço entre muitas outras coisas, pela ajuda preciosa na concretização do trabalho de campo, pela amizade e companheirismo, pelas longas conversas, ouvindo todos os meus desabafos, e pelo incentivo nas alturas de maior desânimo.

Quero agradecer, ainda, a todos os restantes companheiros de campo: Rita Pereira; Beatriz Serrano; Rui Antunes; Mariana Cravo; João Francisco; Catarina Garnecho; Miguel Fernandes; e Guilherme Rebelo, pela camaradagem, pela ajuda indispensável e pelas partilhas de experiências e conhecimentos.

Agradeço aos meus amigos, Inês Fonseca e João Duarte, por me aturarem há tantos anos, sobretudo durante esta etapa em que o desespero e cansaço falaram bastante alto, mas mesmo assim continuaram compreensivos e a apoiar-me, corrigindo e comentando o manuscrito.

Por fim, trago os meus agradecimentos à família, que por ser numerosa não me permite estender muito, agradecendo assim a todos o apoio, e até mesmo a pressão, que me deram para concluir mais uma fase do meu percurso académico.

Resumo

Os engenheiros do ecossistema são organismos responsáveis pela manutenção, modificação, destruição ou criação de habitats, desempenhando um papel importante na gestão dos recursos naturais. Os ungulados são um bom exemplo de animais selvagens capazes de desempenhar estas funções, visto que os seus comportamentos aumentam a complexidade dos habitats, proporcionando novas áreas a muitas espécies. No presente estudo investigou-se que características ambientais dos charcos estão associadas à ocorrência de reprodução do anuro *Discoglossus galganoi* e ao sucesso de metamorfose dos seus girinos, assim como quais os agentes que as proporcionam com mais frequência. Colocou-se em hipótese que: (1) a ocorrência de reprodução seria influenciada positivamente pelas características do habitat geradas pelos comportamentos dos javalis e/ou pelas atividades humanas; e (2) a ocorrência de reprodução seria mais frequente nos habitats com maior probabilidade de sucesso de metamorfose. Dos 95 charcos amostrados, 42.1 % evidenciaram ocorrência de reprodução, tendo esta sido mais frequente nos charcos perturbados pelos javalis. Em relação ao sucesso de metamorfose, este ocorreu em 47.5 % dos locais com registo de reprodução, tendo 90.5 % dos insucessos resultado da seca dos charcos. As depressões no solo criadas simultaneamente pelos fatores “Natural, Humano e Javali” exibiram com maior frequência as características ideais tanto para a ocorrência de reprodução (i.e., grandes áreas fossadas e maiores alturas de lama), como para o sucesso de metamorfose (i.e., grandes áreas, maiores profundidades, baixa cobertura de vegetação na margem e alguma cobertura de vegetação emergente), tendo sido nestes e nos charcos com origem simultânea “Humano e Javali” onde se verificaram as maiores frequências de ambos. Estes resultados evidenciaram que as populações de javali na Serra de Grândola podem ser extremamente relevantes, visto que os seus comportamentos criam e mantêm habitats aquáticos propícios à reprodução deste anuro e que, em anos mais chuvosos, plausivelmente assegurarão o sucesso de metamorfose.

Palavras-chave: ungulados, anfíbios, habitats aquáticos, reprodução, metamorfose

Abstract

Ecosystem engineers are organisms that play an important role in the management of natural resources, since they are responsible for the maintenance, modification, destruction, or creation of habitats. Ungulates are a good example of wildlife that can perform these types of functions, as their behaviors increase the complexity of habitats, providing new areas for many species. In this study, we investigated which ponds characteristics are associated with breeding occurrence of the anuran *Discoglossus galganoi* and metamorphosis success of its tadpoles, as well as which factors most frequently provide them. We hypothesized that: (1) the breeding occurrence would be positively influenced by the habitat characteristics provided by wild boars and/or human activities; and (2) breeding occurrence would be more frequent in habitats with higher probability of metamorphosis success. Breeding occurred in 42.1 % of the 95 ponds sampled, and it was more frequent in ponds disturbed by wild boars. Metamorphosis occurred in 47.5 % of the breeding sites, with 90.5% of failures resulting from drought. Soil depressions originated simultaneously by “Natural, Human and Wild boar” factors exhibited more frequently the ideal characteristics for breeding occurrence (i.e., larger rooted/wallosed areas and higher mud depths) and metamorphosis success (i.e., large areas, greater depths, low margin vegetation cover and some emergent vegetation cover), having registered the highest frequencies of both in these and “Human and Wild boar” ponds. These results showed that wild boar populations in Serra de Grândola can be extremely relevant, as some of their behaviors create and maintain aquatic habitats favorable to *D. galganoi* breeding and will possibly ensure metamorphosis success in rainy years.

Keywords: ungulates, amphibians, wetlands, breeding, metamorphosis

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Lista de Figuras.....	v
Lista de Tabelas.....	vi
1. Introdução.....	1
2. Métodos.....	2
2.1. Área de estudo.....	2
2.2. Amostragem.....	3
2.2.1. Amostragem das variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose.....	4
2.3. Tratamento de dados.....	4
2.4. Análise estatística.....	5
2.4.1. Frequência de reprodução e de sucesso na metamorfose em charcos com diferentes origens.....	5
2.4.2. Variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose.....	6
2.4.3. Abundância de girinos em charcos com diferentes origens e a sua relação com as variáveis explicativas e com o sucesso de metamorfose.....	6
2.4.4. Estimativa do efeito da ausência de javalis na área de estudo.....	6
3. Resultados.....	7
3.1. Frequência de reprodução e de sucesso na metamorfose em charcos com diferentes origens ...	8
3.2. Variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose.....	8
3.3. Abundância de girinos em charcos com diferentes origens e a sua relação com as variáveis explicativas e com o sucesso de metamorfose.....	13
3.4. Estimativa do efeito da ausência de javalis na área de estudo.....	14
4. Discussão.....	15
5. Referências bibliográficas.....	18
6. Anexos.....	22

Lista de Figuras

Figura 3.1 – Pontos de amostragem (N = 95) na Serra de Grândola (Portugal), com a Herdade da Ribeira Abaixo delimitada a branco.

Figura 3.2 – Sucessos e insucessos na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a origem dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

Figura 3.3 – Variáveis significativas na probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* e que dependem dos fatores originários dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis). A linha cinzenta a tracejado representa o valor que, aproximadamente, separa a ocorrência da não ocorrência de reprodução.

Figura 3.4 – Variáveis significativas na probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* e que dependem dos fatores originários dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis). A linha cinzenta a tracejado representa o valor que, aproximadamente, separa o sucesso do insucesso na metamorfose.

Figura 3.5 – Abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a origem dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

Figura 3.6 – Abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* consoante o sucesso ou insucesso de metamorfose.

Figura A1 – Pontos de amostragem diferenciados pelas 7 categorias referentes à origem dos charcos. Os círculos (●) representam os locais de reprodução de *Discoglossus galganoi* e os triângulos (▲) os locais de não reprodução (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

Figura A2 – Pontos de amostragem com ocorrência de reprodução diferenciados pelas 7 categorias referentes à origem dos charcos. Os círculos (●) representam os charcos onde se verificou sucesso na metamorfose dos girinos *Discoglossus galganoi* e os triângulos (▲) os charcos onde não houve sucesso (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

Figura A3 – Probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* consoante a variável área total fossada (cm²), de acordo com o respetivo modelo.

Figura A4 – Probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* consoante a variável altura máxima da lama nos charcos (cm), de acordo com o respetivo modelo.

Figura A5 – Probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* consoante a variável cobertura arbórea até 100 metros de distância dos charcos (%), de acordo com o respetivo modelo.

Figura A6 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável cobertura da vegetação na margem dos charcos (%), de acordo com o respetivo modelo.

Figura A7 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável cobertura da vegetação emergente nos charcos (%), de acordo com o respetivo modelo.

Figura A8 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável área dos charcos (cm²), de acordo com o respetivo modelo.

Figura A9 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável profundidade máxima dos charcos (cm), de acordo com o respetivo modelo.

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Metodologias de amostragem das variáveis relacionadas com a probabilidade de ocorrência de reprodução e de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Tabela 3.1 – Pontos de amostragem diferenciados pelas 7 categorias referentes à origem dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

Tabela 3.2 – Coeficientes da matriz de correlação de *Spearman* ($|r_s| \geq 0.50$) entre as variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose.

Tabela 3.3 – GLMs que melhor explicam a probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi*.

Tabela 3.4 – GLMs que integram as interações entre as variáveis significativas e que melhor explicam a probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi*.

Tabela 3.5 – GLMs que melhor explicam a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Tabela 3.6 – GLMs que integram as interações entre as variáveis significativas e que melhor explicam a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Tabela 3.7 – Pontos de amostragem diferenciados pelas categorias de origem dos charcos, excluindo o javali como fator (N – eventos naturais e H – atividades humanas).

Tabela 3.8 – Abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a origem dos charcos, excluindo o javali como fator (N – eventos naturais e H – atividades humanas).

Tabela A1 – Matriz de correlação de *Spearman* entre as 20 variáveis relacionadas com a probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* (95 pontos de amostragem).

Tabela A2 – Matriz de correlação de *Spearman* entre as 19 variáveis relacionadas com a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* (40 pontos de amostragem).

Tabela A3 – GLMs com cada uma das variáveis explicativas da probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi*.

Tabela A4 – GLMs com cada uma das variáveis explicativas da probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Tabela A5 – Matriz de correlação de *Spearman* entre a abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* e as 19 variáveis explicativas (38 pontos de amostragem).

1. Introdução

O termo “engenheiros do ecossistema” é atribuído aos organismos responsáveis pela manutenção, modificação, destruição ou criação de habitats, através de alterações, diretas ou indiretas, que provocam na disponibilidade dos recursos naturais e, conseqüentemente, no funcionamento do próprio ecossistema (Jones, Lawton e Shachak, 1994). Distinguem-se duas tipologias de engenheiros: os autogénicos, capazes de modificar o ambiente através de alterações nas próprias estruturas físicas (p. ex. corais); e os alogénicos, que alteram o ecossistema transformando o estado físico da matéria biótica e abiótica (Jones, Lawton e Shachak, 1994). Os seres humanos pertencem à categoria dos engenheiros alogénicos, tendo-se especializado através das ferramentas que desenvolveram, alterando fisicamente o ambiente e modulando o fluxo de recursos para si e outras espécies (Jones, Lawton e Shachak, 1994). De facto, os seres humanos têm sido os derradeiros modificadores dos ecossistemas, principalmente devido à magnitude dos seus impactos (Jones, Lawton e Shachak, 1994; Smith, 2007).

Atualmente, os animais selvagens capazes de desempenhar este tipo de funções têm suscitado interesse por serem capazes de potenciar a heterogeneidade de habitats e contribuir significativamente para a sua diversidade e riqueza em espécies (Collins e Uno, 1983; Jones, Lawton e Shachak, 1994; Crooks, 2002; Beck, Thebpanya e Filiaggi, 2010). Os ungulados são um excelente exemplo deste tipo de organismos, uma vez que os seus comportamentos (p. ex. pastar, fossar, espojar, etc.) aumentam a complexidade dos habitats, proporcionando novas áreas a muitas espécies (Collins e Uno, 1983; Friend e Cellier, 1990; Beck, Thebpanya e Filiaggi, 2010; Barrios-Garcia e Ballari, 2012; Baruzzi e Krofel, 2017).

Em Portugal, tem-se verificado um aumento na abundância e área de distribuição de um ungulado, o javali (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), como resultado do abandono das áreas rurais e conseqüente regressão da agricultura, do declínio das populações de predadores e da diminuição da pressão cinegética (Lopes e Borges, 2004). Além disso, os javalis demonstram uma grande capacidade de prosperar numa ampla variedade de habitats, tolerando elevados graus de pressão antropogénica (Rosell, Fernández-Llario e Herrero, 2001; Massei e Genov, 2004; Keuling e Leus, 2019), e apresentam as maiores taxas de reprodução entre os ungulados, conseguindo duplicar a sua densidade local num só ano (Sáez-Royuela e Tellería, 1986; Rosell, Fernández-Llario e Herrero, 2001; Lopes e Borges, 2004; Massei e Genov, 2004).

Os javalis são engenheiros do ecossistema que estão envolvidos em inúmeras interações complexas, impactando direta e indiretamente os ecossistemas onde se inserem (Barrios-Garcia e Ballari, 2012). Encontram-se descritos impactos ecológicos negativos, como a destruição de habitats de espécies fossoriais, a competição por recursos, a predação de diversos organismos (p. ex. roedores, aves e anfíbios) e a hibridação com outras espécies de suínos (Schley e Roper, 2003; Wilcox e Van Vuren, 2009; Barrios-Garcia e Ballari, 2012). Ocorrem também impactos económicos quando danificam áreas agrícolas (Rosell, Fernández-Llario e Herrero, 2001; Lopes e Borges, 2004; Barrios-Garcia e Ballari, 2012) e quando predam ou infetam zonas pecuárias, dado que os javalis são considerados reservatórios de diversas doenças virais e bacterianas, assim como de parasitas (Barrios-Garcia e Ballari, 2012). No entanto, nem todos os impactos da espécie são negativos, pois as alterações diretas que estes animais provocam na estrutura e processos do solo proporcionam mosaicos na paisagem, os quais promovem a colonização por novas plantas e possibilitam, também, a criação de habitats aquáticos ideais para a reprodução de insetos (Barrios-Garcia e Ballari, 2012) e anfíbios (Friend e Cellier, 1990; Baruzzi e Krofel, 2017).

A rã-de-focinho-pontiagudo (*Discoglossus galganoi* Capula, Nascetti, Lanza, Bullini e Crespo, 1985) é uma espécie endêmica da Península Ibérica e distribui-se por praticamente todo o território português, porém em núcleos mais ou menos fragmentados (Cruz e Rebelo, 2008; Bosch et al., 2009; Martínez-Solano, 2014). Tal como quase todos os anfíbios, esta espécie apresenta um ciclo de vida complexo que compreende o estágio larvar em meios aquáticos até a metamorfose ser atingida, altura em que os indivíduos juvenis emigram para os habitats terrestres circundantes, e onde permanecem até atingirem a maturidade reprodutora, momento a partir do qual passam a frequentar os habitats aquáticos apenas na época de reprodução (Wilbur, 1980; Semlitsch e Skelly, 2007). Desta forma, estes animais encontram-se dependentes da viabilidade de duas tipologias de habitat para completar o seu ciclo de vida. *Discoglossus galganoi* encontra-se classificada como “Pouco Preocupante” pela IUCN (Bosch et al., 2009) e encontra-se abrangida nos Anexos II e IV da “Diretiva Habitats” (Diretiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1992). Este anuro demonstra uma elevada plasticidade na colonização de habitats (Cruz e Rebelo, 2008; Galán, 2014; Martínez-Solano, 2014), porém identifica-se como principal ameaça a pressão antropogénica (p. ex. explorações agrícolas intensivas e contaminação química), que causa a modificação ou destruição dos seus habitats aquáticos (Bosch et al., 2009; Martínez-Solano, 2014). No sul de Portugal, a desertificação das zonas mais áridas constitui uma ameaça adicional (Bosch et al., 2009).

Em Portugal, com o aumento das temperaturas e redução dos períodos frios (Pereira, Carvalho e Rocha, 2021), os corpos de água originados pelos engenheiros do ecossistema podem tornar-se essenciais à sobrevivência dos anfíbios. No entanto, a viabilidade destes habitats tem sido pouco explorada. Neste estudo, pretendeu-se investigar que características ambientais dos charcos estão associadas à ocorrência de reprodução e ao sucesso de metamorfose dos girinos da rã-de-focinho-pontiagudo, assim como compreender quais os agentes que as proporcionam com mais frequência. Especificamente, colocou-se em hipótese que: (1) a ocorrência de reprodução seria influenciada positivamente pelas características do habitat geradas pelos comportamentos dos javalis e/ou pelas atividades humanas; (2) a ocorrência de reprodução seria mais frequente nos habitats com maior probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos; e (3) o desaparecimento dos javalis levaria a uma redução de habitats adequados à reprodução deste anuro.

2. Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Serra de Grândola, Freguesia de Santa Margarida da Serra (Concelho de Grândola, Distrito de Setúbal), tendo a maioria da amostragem sido empreendida na Herdade da Ribeira Abaixo (HRA), estação de campo do Centro de Ecologia, Evolução e Alterações Ambientais (cE3c) e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL). Esta propriedade, de 2.21 km², funciona como um local de investigação, desenvolvimento e educação ambiental sobre o sistema agrosilvopastoril dominante na Serra de Grândola – o montado de sobro (*Quercus suber*) – e os seus habitats associados (Correia e Santos-Reis, 1999; Rebelo et al., 2009).

A região é caracterizada por um clima mediterrânico com influências atlânticas, devido à proximidade ao litoral (Correia e Nisa, 1999; Correia e Santos-Reis, 1999), registando uma temperatura média anual de 15.6 °C e uma precipitação média anual de 500 mm (dados da estação meteorológica de Grândola, período 1967-1980). Existe uma elevada sazonalidade nos padrões de precipitação e

temperatura, com um acentuado déficit de água no verão e elevado volume de água no inverno (Correia e Santos-Reis, 1999).

Na HRA existem diversos cursos de água e outros corpos de água temporários que seguem o padrão sazonal com um período de interrupção do fluxo na altura da seca e um período de elevado fluxo correspondente à época das chuvas (Butturini et al., 2002; Bernal et al., 2013). Os charcos que se encontram no característico terreno acidentado revelam-se habitats ricos que apresentam variabilidade tanto nas propriedades abióticas, por exemplo no hidroperíodo (Carreira, 2010; Pereira, 2011), como nas comunidades bióticas (Pereira, 2011).

A paisagem da Serra de Grândola é ainda marcada pela presença de subcoberto da associação *Cisto-Lavanduletae*, olivais, galerias ripícolas em diferentes níveis de desenvolvimento e pequenas hortas (Correia e Nisa, 1999; Rebelo et al., 2009). A serra alberga uma grande biodiversidade, particularmente no que se refere a vertebrados, sendo possível encontrar alguns endemismos Ibéricos e Portugueses, como a boga-portuguesa (*Iberochondrostoma lusitanicum* Collares-Pereira, 1980), o sapo-parteiro-ibérico (*Alytes cisternasii* Boscá, 1879) e o rato-de-cabrera (*Microtus cabrerai* Thomas, 1906) (Gomes, 2015). O javali, segundo registos não sistematizados de várias equipas que visitaram o local, é o ungulado silvestre cujos efetivos têm vindo a aumentar mais na herdade (Rebelo et al., 2009). Complementarmente, em 2013 a HRA foi classificada como Área de Refúgio de Caça, proibindo as atividades cinegéticas na propriedade (Gomes, 2015).

2.2. Amostragem

Em novembro de 2020 efetuou-se uma prospeção à área de estudo. Durante cinco dias percorreu-se o terreno da HRA e das regiões em redor, ao longo de todas as linhas de escorrência com evidências de acumulação de água, registando com um GPS (Garmin eTrex10) as áreas abertas que tendem a inundar com a água das chuvas ou com o escoamento dos rios e ribeiras. Foram, ainda, registados os potenciais charcos de reprodução que apresentaram as características indicadas como as preferidas pela espécie-alvo: pequena dimensão (0.03 – 130 m²) e profundidade reduzida (2 – 17 cm) (Escoriza e Boix, 2014; Galán, 2014); pouca ou nenhuma corrente (Martínez-Solano, 2014); e limitada cobertura de vegetação aquática e/ou semiaquática (Galán, 2014; Galán e Rodríguez-Fernández, 2018). Foi guardada uma distância mínima de 50 metros entre cada registo no GPS, de forma a minimizar a probabilidade de contabilizar partes de uma postura de uma mesma fêmea como episódios de reprodução diferentes.

Após esta prospeção preliminar, em 2021 realizaram-se três sessões de amostragem adicionais, nas seguintes datas: de 16 de fevereiro a 2 de março (1ª sessão); de 18 a 23 de março (2ª sessão); e de 11 a 14 de abril (3ª sessão). Em cada sessão de amostragem foi estimado visualmente o número de ovos ou massas de ovos e de girinos nos charcos pequenos, tendo-se recorrido à passagem de um camaroeiro excecionalmente naqueles com elevada densidade de vegetação ou que apresentaram água turva (Hartel et al., 2014). Nos charcos de maiores dimensões e/ou com elevada densidade de girinos, a abundância foi estimada selecionando-se uma secção heterogénea do charco (incluindo uma zona de margem e outra de fundo), onde se contou todos os girinos visíveis, tendo-se posteriormente extrapolado o número de indivíduos para a área total do corpo de água (Caballero-Díaz et al., 2020). Na terceira sessão de amostragem, em que a maioria dos indivíduos já se encontravam além do estágio de desenvolvimento 41 (Gosner, 1960), estes foram contabilizados sempre que detetados, mesmo se já em terra e até dois metros de distância do corpo de água onde se terão desenvolvido (Galán, 2014; Hartel et al., 2014).

A origem de cada charco foi classificada visualmente como: “Natural” (N), quando as depressões no solo tinham causa natural (p. ex. erosão por inundações); “Humano” (H), se se devessem a atividades humanas (p. ex. terrenos lavrados); “Javali” (J), quando tinham vestígios de fossadas e espojadouros; ou qualquer combinação entre estes três fatores (N+H, H+J, N+J, N+H+J). Por último, mediu-se a condutividade e a temperatura dos corpos de água com o auxílio de uma sonda (YSI 556 MPS).

Posteriormente, os charcos foram classificados como locais de reprodução (1), aqueles onde foram detetados ovos e/ou girinos, e locais de não reprodução (0), aqueles onde não foram detetados indícios de reprodução. Em relação ao sucesso de metamorfose dos girinos, os charcos onde ocorreu reprodução foram novamente classificados em duas categorias, tendo o sucesso sido considerado nos charcos onde foram observados os indivíduos pré- ou metamórficos na última sessão de amostragem.

2.2.1. Amostragem das variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose

Foram identificadas previamente 23 variáveis potencialmente relacionadas com a probabilidade de ocorrência de reprodução e de sucesso na metamorfose dos girinos: a área superficial e a profundidade máxima (Galán, 2014; Ecrement e Richter, 2017); a turbidez da água (Caballero-Díaz et al., 2020); a cobertura de vegetação submersa, emergente e na margem (Sebasti e Carpaneto, 2004; Galán, 2014); a proporção de substrato no fundo dos charcos constituído por pedra, cascalho, gravilha, areia, argila e manta morta (Sebasti e Carpaneto, 2004); os declives das duas vertentes mais relevantes em redor dos charcos (Pereira, 2011); a cobertura herbácea, arbustiva e arbórea até 10 metros de distância dos charcos, bem como a cobertura arbustiva e arbórea até 100 metros de distância dos charcos para ambas as direções (Sebasti e Carpaneto, 2004); a altura máxima da lama; e, por último, a área total fossada pelos javalis no local onde se encontravam os charcos (para mais detalhes, consultar a Tabela 2.1).

2.3. Tratamento de dados

Após a finalização das amostragens, procedeu-se à transformação de alguns dados:

- i. as abundâncias de girinos registadas nas três sessões de amostragem foram linearizadas por logaritmização, tendo-se procedido à exclusão de dois *outliers* correspondentes às duas maiores áreas alagadas. Posteriormente, construiu-se um índice de abundância através do cálculo da média das abundâncias de cada charco – LogAM – e que foi dividido em quatro classes de igual amplitude;
- ii. as áreas dos charcos e fossadas foram também linearizadas por logaritmização;
- iii. os declives de cada encosta foram adicionados e reclassificados como uma única variável (DECLIVE) com cinco níveis (0 – 4);
- iv. calculou-se a média das coberturas arbustivas e arbóreas até 100 metros de distância dos charcos em ambas as direções, de modo a obter somente duas variáveis (ARBUST100 e ARBOR100).

Tabela 2.1 – Metodologias de amostragem das variáveis relacionadas com a probabilidade de ocorrência de reprodução e de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Variáveis	Descrição	Método
AREA	Área dos charcos (cm ²)	Calculadas após a medição do comprimento e largura com uma vara graduada
AREA.F	Área total fossada onde se encontravam os charcos (cm ²)	
PROFUN	Profundidade máxima dos charcos (cm)	Vara graduada
LAMA	Altura máxima da lama presente nos charcos (cm)	
TURBID	Turbidez da água	Nula (0), média (1) ou elevada (2)
SUBMER	% de vegetação submersa	Quadrante de 2500 cm ² , dividido em 25 quadrados de 100 cm ² ; Considerou-se a proporção de quadrados intersetados pelas variáveis; O número de quadrantes efetuados foi ajustado ao tamanho dos charcos
EMERGE	% de vegetação emergente	
MARGEM	% de vegetação na margem	
PEDRA	% de substrato de pedra	
CASCAL	% de substrato de cascalho	
GRAVIL	% de substrato de gravilha	
AREIA	% de substrato de areia	
ARGILA	% de substrato de argila	
MANTA	% de substrato de manta morta	
DECLIVE.D/E	Declives das vertentes em redor dos charcos		Nulo (0), médio (1) ou elevado (2)
HERB10	% de vegetação herbácea até 10 metros de distância dos charcos	Estimadas visualmente de acordo com a escala convencionalizada em DIEF (1990)
ARBUST10	% de vegetação arbustiva até 10 metros de distância dos charcos	
ARBOR10	% de vegetação arbórea até 10 metros de distância dos charcos	
ARBUST100.D/E	% de vegetação arbustiva até 100 metros de distância dos charcos	
ARBOR100.D/E	% de vegetação arbórea até 100 metros de distância dos charcos	

2.4. Análise estatística

Toda a análise estatística e computacional foi conduzida com o *software* R (versão 1.4.1717), tendo o limiar de erro para rejeição da hipótese nula sido definido como $\alpha = 0.05$. Os mapas foram construídos com o *software* QGIS (versão 3.18.3 – Zürich).

Foram realizados testes de normalidade de *Shapiro-Wilk* para cada uma das variáveis relacionadas com a probabilidade de ocorrência de reprodução e de sucesso na metamorfose dos girinos.

2.4.1. Frequência de reprodução e de sucesso na metamorfose em charcos com diferentes origens

Com o objetivo de perceber se a reprodução e o sucesso de metamorfose de *D. galganoi* foram dependentes da origem dos charcos, realizaram-se testes de homogeneidade (Qui-quadrado). Para a

ocorrência de reprodução, o teste foi realizado utilizando as 7 categorias de origem, enquanto para o sucesso de metamorfose, e devido ao tamanho amostral mais reduzido, o teste foi efetuado apenas com duas categorias: “Javali ausente” (Ja) – incluiu todos os charcos onde ocorreu reprodução classificados como N, H e N+H; e “Javali presente” (Jp) – J, H+J, N+J e N+H+J.

2.4.2. Variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose

Inicialmente recorreu-se a uma Análise de Componentes Principais (PCA), a fim de compreender quais as características dos charcos que favoreceram a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose dos girinos de *D. galganoi*. No entanto, devido à elevada variabilidade dos dados, esta abordagem não resultou na redução das 20 variáveis ambientais para um número trabalhável de componentes principais como era esperado (resultados não apresentados).

Numa abordagem alternativa ao uso da PCA, foram efetuados Modelos Lineares Generalizados (GLMs). Previamente à aplicação destes modelos, realizaram-se testes de correlação de *Spearman* entre todas as variáveis, considerando-se uma correlação significativa quando $|r_s| \geq 0.70$ (Ficetola e De Bernardi, 2004; Chen et al., 2011). A cada par de variáveis com coeficiente de correlação significativo foi retirada a variável com menor significado ecológico para a espécie.

Modelou-se a ocorrência de reprodução separadamente com cada uma das variáveis explicativas, utilizando a família de distribuição binomial e a função de ligação *logit*. Os modelos resultantes foram classificados de acordo com os valores de D^2 , do Critério de Informação de Akaike (AIC) e de *p-value*. As variáveis significativas foram selecionadas para a realização de novos GLMs, utilizando a função “*dredge*” do *package* “*MuMIn*” (versão 1.43.17), que compara todos os modelos com as variáveis individuais, as suas combinações e todos os tipos de interação possíveis. Os novos modelos foram selecionados consoante os valores de ΔAIC e Akaike *weight* (w_i). Seguindo Burnham e Anderson (2004), todos os modelos com $\Delta AIC < 2$ foram considerados admissíveis para o melhor modelo, uma vez que apresentam um suporte estatístico semelhante. Posteriormente, foram produzidos gráficos de previsão da variável resposta às variáveis explicativas significativas, recorrendo ao *package* “*sjPlot*” (versão 2.8.9). O mesmo procedimento foi realizado para modelar o sucesso de metamorfose dos girinos.

Para verificar se existiram diferenças nas variáveis explicativas selecionadas pelos modelos, consoante a influência dos javalis na criação dos charcos, realizaram-se análises de variância paramétricas (ANOVA) ou testes de *Kruskal-Wallis*.

2.4.3. Abundância de girinos em charcos com diferentes origens e a sua relação com as variáveis explicativas e com o sucesso de metamorfose

Com o intuito de inferir em que tipologia de origem dos charcos a abundância foi mais elevada, construiu-se um histograma de colunas empilhadas, e para testar quais as características dos charcos que favoreceram a abundância, recorreu-se a um teste de correlação de *Spearman*. A relação entre a abundância e o sucesso de metamorfose foi testada através de um teste de correlação de *Spearman* e de uma análise a um histograma de colunas empilhadas.

2.4.4. Estimativa do efeito da ausência de javalis na área de estudo

Para avaliar o impacto de uma possível ausência dos javalis na área de estudo, relativamente à reprodução, abundância e ao sucesso de metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*, realizou-se

uma análise descritiva do que se sucederia com o desaparecimento dos habitats aquáticos formados pelas fossadas e espojadouros.

3. Resultados

Durante a prospeção preliminar do terreno foram localizados 166 locais potenciais para a reprodução de *Discoglossus galganoi*. Apenas 103 chegaram a alagar em alguma fase da amostragem e 95 foram amostrados ao longo das três sessões (Figura 3.1). A temperatura média da água destes charcos foi de 15.6 ± 3.4 °C e a condutividade média de 9.4 ± 5.4 mS/cm.

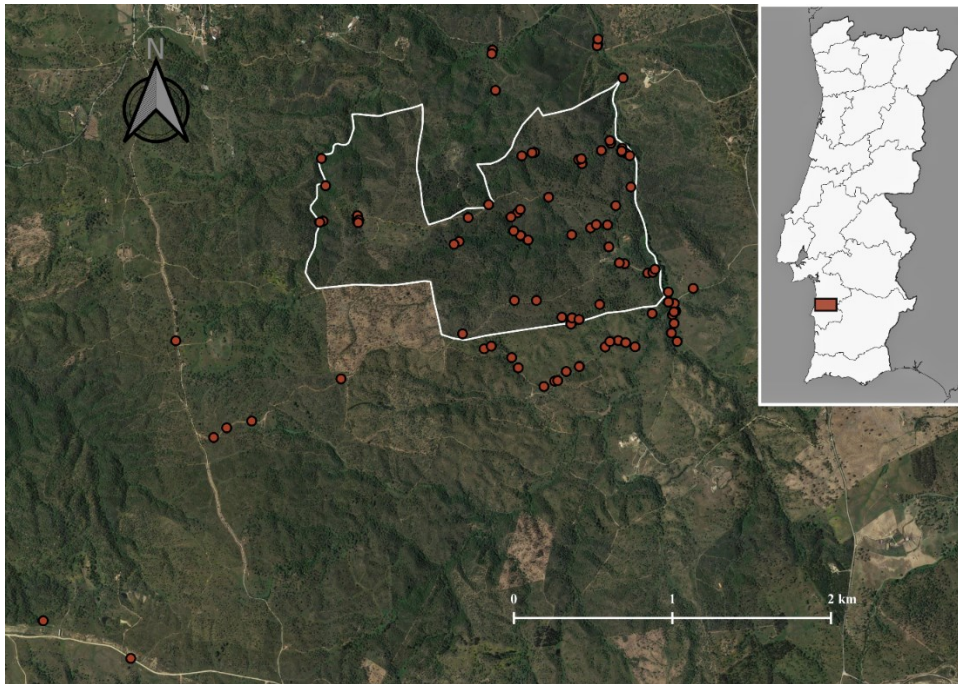


Figura 3.1 – Pontos de amostragem (N = 95) na Serra de Grândola (Portugal), com a Herdade da Ribeira Abaixo delimitada a branco.

Foram detetadas evidências de reprodução da espécie em 42.1 % dos locais amostrados, tendo os girinos sido encontrados em 6 charcos naturais (num total de 18 charcos com essa origem), 4 (em 13) com origem “Natural e Humano”, 1 (em 17) com origem nas atividades humanas, 7 (em 11) pelos comportamentos dos javalis, 13 (em 21) com origem “Humano e Javali”, 3 (em 7) com origem “Natural e Javali” e 6 (em 8) originados pelos três fatores (Tabela 3.1 e Figura A1).

Ocorreram metamorfoses em 47.5 % dos locais com registo de reprodução. As tipologias de charco que registaram as maiores taxas de sucesso foram os originados pelos três fatores (100 %), pelas atividades humanas e dos javalis (53.9 %) e pelas ações humanas em depressões preexistentes resultantes de eventos naturais (50%) (Tabela 3.1 e Figura A2). O insucesso na metamorfose dos girinos foi consequência da seca dos charcos em 90.5% dos casos, pois entre a 1ª e 2ª sessão de amostragem 55.8 % dos charcos secaram e entre a 2ª e 3ª sessão mais 28.4 % sofreram dessecação. Na Figura 3.2 é possível constatar que os tipos de charcos com maior proporção de insucessos por seca foram os originados apenas pelos comportamentos dos javalis, assim como os resultantes de eventos naturais.

Tabela 3.1 – Pontos de amostragem diferenciados pelas 7 categorias referentes à origem dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

	N	N+H	H	J	H+J	N+J	N+H+J	Total
Pontos amostrados	18	13	17	11	21	7	8	95
Pontos com ocorrência de reprodução	6	4	1	7	13	3	6	40
Pontos com sucesso de metamorfose	2	2	0	1	7	1	6	19

Os testes de normalidade de *Shapiro-Wilk* resultaram na rejeição da hipótese nula ($p\text{-value} < 0.05$) em todas as variáveis explicativas da ocorrência de reprodução, indicando que nenhuma apresentou distribuição normal. Relativamente às variáveis explicativas do sucesso de metamorfose, os testes de normalidade de *Shapiro-Wilk* resultaram na rejeição da hipótese nula ($p\text{-value} < 0.05$) em todas as variáveis, exceto no caso da área dos charcos e da cobertura arbórea até 100 metros de distância dos charcos.

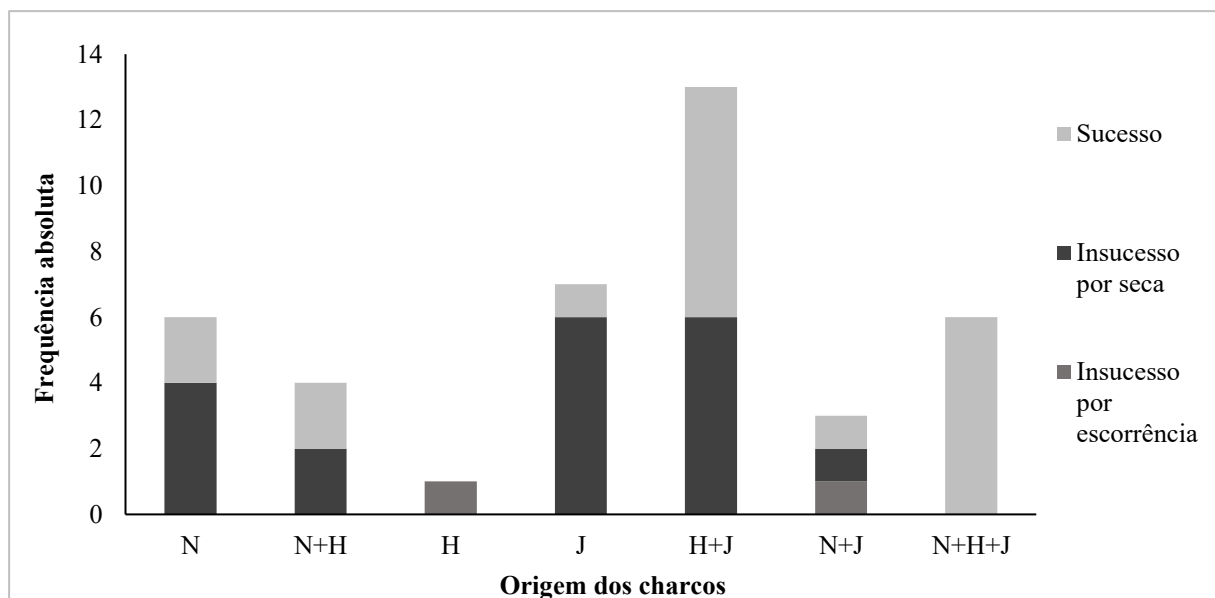


Figura 3.2 – Sucessos e insucessos na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a origem dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

3.1. Frequência de reprodução e de sucesso na metamorfose em charcos com diferentes origens

No que se refere à ocorrência de reprodução nos vários tipos de habitat, houve rejeição da hipótese nula ($\chi^2 = 19.426$, $p\text{-value} = 0.004$), indicando que esta dependeu da origem dos charcos. Quanto ao sucesso de metamorfose, não se rejeitou a hipótese nula ($\chi^2 = 0.264$, $p\text{-value} = 0.607$), o que indica que o sucesso na metamorfose foi independente da influência dos javalis na criação dos charcos.

3.2. Variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose

O teste de correlação de *Spearman*, entre as variáveis explicativas da ocorrência de reprodução, revelou valores de $|r_s| \geq 0.70$ entre os substratos argila e manta morta, bem com entre os substratos pedra

e cascalho (Tabela 3.2 e Tabela A1). Entre as variáveis explicativas do sucesso de metamorfose, o teste de correlação indicou $|r_s| \geq 0.70$ entre os substratos cascalho e gravilha, assim como entre os substratos argila e manta morta (Tabela 3.2 e Tabela A2).

Tabela 3.2 – Coeficientes da matriz de correlação de *Spearman* ($|r_s| \geq 0.50$) entre as variáveis relacionadas com a ocorrência de reprodução e o sucesso de metamorfose.

Probabilidade de ocorrência de reprodução		Probabilidade de sucesso na metamorfose	
Variáveis	r_s	Variáveis	r_s
ARGILA e MANTA	- 0.86	CASCAL e GRAVIL	1.00
PEDRA e CASCAL	0.70	ARGILA e MANTA	- 0.89
ARBUST10 e ARBUST100	0.56	SUBMER e EMERGE	0.66
ARBOR10 e ARBOR100	0.53	CASCAL e AREIA	0.53
EMERGE e MANTA	0.52	GRAVIL e AREIA	0.53
CASCAL e GRAVIL	0.50	AREA e PROFUN	0.53

Na Tabela 3.3 apresentam-se os três modelos univariados que indicaram uma influência significativa na probabilidade de ocorrência de reprodução (entre 16 variáveis testadas, listadas na Tabela A3), tendo a mesma aumentado com o aumento da área fossada e altura da lama, e diminuído com o aumento da cobertura arbórea até 100 metros de distância dos charcos (Figuras A3, 4 e 5, respetivamente).

Tabela 3.3 – GLMs que melhor explicam a probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi*.

Núm.	Variáveis	Estimate	D ²	AIC	p-value
1	AREA.F	0.31547	0.11754	118.12	0.00021
2	LAMA	0.44100	0.06055	125.49	0.01880
3	ARBOR100	- 0.03743	0.05861	125.74	0.01040

Relativamente aos modelos que incluíram todas as interações entre as variáveis anteriores, a seleção levou à identificação de seis modelos com $\Delta AIC < 2$ (Tabela 3.4). Em média, os modelos indicaram com uma importância semelhante a área fossada e a cobertura arbórea até 100 metros de distância dos charcos, sendo seguidas pela altura da lama. Estes modelos demonstraram, ainda, a importância da interação da altura da lama com a área fossada – a ocorrência de reprodução foi mais provável nos charcos formados em grandes áreas fossadas, principalmente quando apresentavam elevada altura de lama; no entanto também ocorreu reprodução dos charcos sem lama, quando estes se encontravam em grandes áreas fossadas. Distinguiu-se também a interação entre a altura da lama e a cobertura arbórea até 100 metros de distância dos charcos – a reprodução tendeu a ocorrer nos charcos com maior altura de lama em áreas de moderada densidade arbórea, mas também ocorreu reprodução nos charcos sem lama, quando rodeados por reduzida cobertura arbórea. Por fim, existiu uma interação menos relevante entre a área fossada e a cobertura arbórea até 100 metros de distância dos charcos – o anuro preferiu reproduzir-se em charcos criados em grandes áreas fossadas e com uma cobertura arbórea reduzida na vizinhança; todavia, os charcos em áreas de maior densidade arbórea também foram ocupados, quando estes se encontravam em grandes áreas fossadas.

Tabela 3.4 – GLMs que integram as interações entre as variáveis significativas e que melhor explicam a probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi*.

Núm.	(Intercept)	AREA.F	LAMA	ARBOR100	LAMA: AREA.F	LAMA: ARBOR100	AREA.F: ARBOR100	df	logLik	AIC	ΔAIC	w _i
1	0.08288	0.31340	- 0.31480	- 0.04760		0.02840		5	- 50.03	110.74	0.00	0.23
2	0.05158	0.28350	- 0.03230	- 0.04353	0.13040			5	- 50.13	110.94	0.21	0.21
3	- 0.15040	0.32760	0.30430	- 0.04061				4	- 51.26	110.97	0.23	0.20
4	0.07498	0.34860		- 0.04464				3	- 52.64	111.54	0.80	0.15
5	0.15990	0.28420	- 0.50890	- 0.04730	0.07990	0.02688		6	- 49.56	112.07	1.33	0.12
6	0.44610	0.14140	- 0.06943	- 0.05863	0.13660		0.00492	6	- 49.85	112.66	1.92	0.09

A análise da influência das variáveis explicativas na probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos distinguiu quatro modelos univariados significativos (entre 14 variáveis testadas, listadas na Tabela A4). A probabilidade de sucesso diminuiu com o aumento da cobertura da vegetação na margem e aumentou com o aumento da cobertura da vegetação emergente, área do charco e profundidade (Tabela 3.5 e Figuras A6, 7, 8 e 9, respetivamente).

Tabela 3.5 – GLMs que melhor explicam a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Núm.	Variáveis	Estimate	D ²	AIC	p-value
1	MARGEM	- 0.02568	0.11524	52.97	0.01860
2	EMERGE	0.03933	0.10762	53.40	0.02800
3	AREA	0.95200	0.10670	53.44	0.03200
4	PROFUN	0.13500	0.10034	53.80	0.03260

A seleção dos modelos que incluíram todas as interações entre as variáveis antecedentes, resultou na identificação de quatro modelos com $\Delta AIC < 2$ (Tabela 3.6). Em média, os modelos indicaram com uma importância semelhante a cobertura da vegetação emergente e na margem, sendo seguidas pela profundidade máxima, área dos charcos e pela interação da cobertura da vegetação na margem com a profundidade máxima – o sucesso de metamorfose foi mais provável nos charcos mais profundos, exceto nos casos em que a cobertura de vegetação nas margens foi muito elevada.

Tabela 3.6 – GLMs que integram as interações entre as variáveis significativas e que melhor explicam a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Núm.	(Intercept)	EMERGE	MARGEM	PROFUN	AREA	MARGEM: PROFUN	df	logLik	AIC	ΔAIC	w _i
1	- 1.15900	0.06049	- 0.04973	0.18270			4	- 16.91	42.96	0.00	0.38
2	- 3.38900	0.05835	- 0.00732	0.40050		- 0.00373	5	- 15.93	43.63	0.67	0.27
3	- 4.26600	0.04573	- 0.04404		1.04700		4	- 17.58	44.30	1.34	0.19
4	- 4.02300	0.05172	- 0.04934	0.15250	0.67410		5	- 16.45	44.66	1.70	0.16

Isolando as variáveis selecionadas pelos modelos que terão sofrido alterações pelos comportamentos dos javalis na formação dos charcos, e comparando a sua distribuição pelos habitats de diferentes origens, a área total fossada não diferiu significativamente entre as quatro categorias que incluíram a ação dos javalis (teste de *Kruskal-Wallis*, $\chi^2 = 3.519$, $p\text{-value} = 0.318$). Na Figura 3.3.A, é possível observar que os charcos que se formaram em áreas fossadas maiores ou iguais a 316 227.8 cm² ($\text{Log}_{10} 316\ 227.8 = 5.5$), valor a partir do qual a probabilidade de ocorrência de reprodução por *D. galganoi* aumentou, foram principalmente os originados pelos três fatores, seguidos pelos originados apenas pelos javalis e, ainda, em conjunto com a atividade prévia dos humanos. No que se refere à altura máxima da lama, esta diferiu significativamente entre os charcos com influências dos javalis e os charcos com outras origens (teste de *Kruskal-Wallis*, $\chi^2 = 4.047$, $p\text{-value} = 0.044$). Os charcos que apresentaram uma altura de lama superior ou igual a 3.1 cm, valor a partir do qual o número de ocorrências de reprodução aumentou, foram maioritariamente os originados pela ação conjunta dos humanos e javalis (Figura 3.3.B).

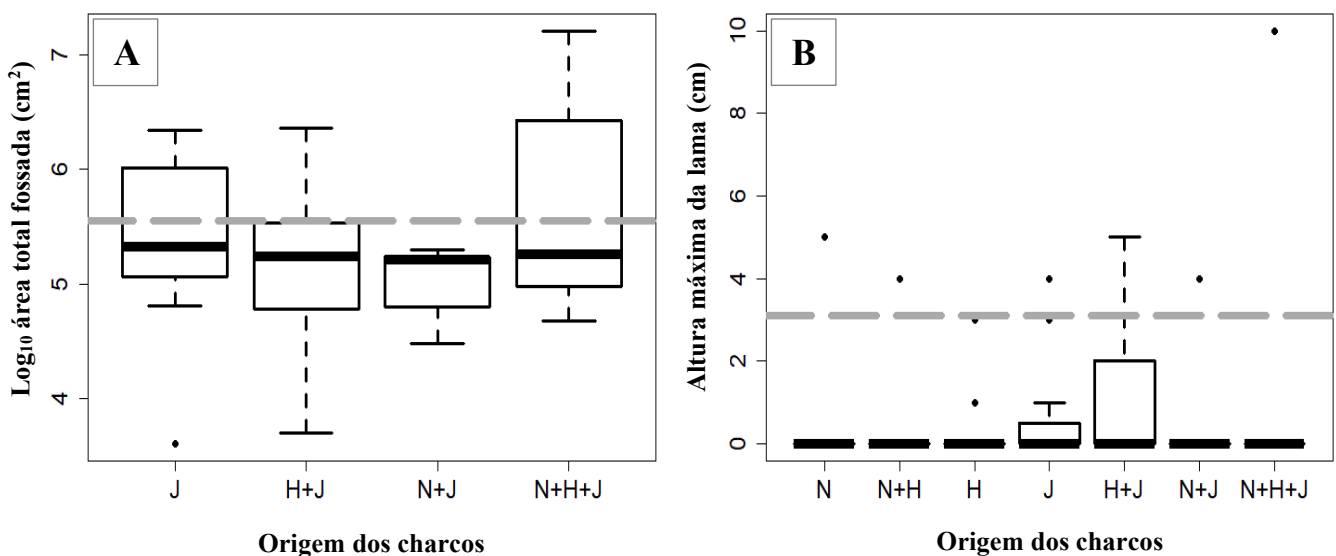


Figura 3.3 – Variáveis significativas na probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* e que dependem dos fatores originários dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis). A linha cinzenta a tracejado representa o valor que, aproximadamente, separa a ocorrência da não ocorrência de reprodução.

Em relação ao sucesso de metamorfose, a área dos charcos não diferiu significativamente entre os que sofreram perturbações pelos javalis e os restantes (ANOVA, $F = 1.304$, $p\text{-value} = 0.261$). Na Figura 3.4.A é possível observar que o valor a partir do qual o sucesso de metamorfose aumentou foi 630 957.3 cm² ($\text{Log}_{10} 630\ 957.3 = 5.8$). Os charcos que apresentaram áreas maiores ou iguais a este valor foram maioritariamente os originados por eventos naturais e atividades humanas, assim como por estes dois fatores em conjunto com os comportamentos dos javalis. Relativamente à profundidade máxima dos charcos, esta diferiu significativamente entre os charcos com influências dos javalis e os charcos com outras origens (teste de *Kruskal-Wallis*, $\chi^2 = 4.401$, $p\text{-value} = 0.036$). Os charcos que apresentaram profundidades máximas superiores ou iguais a 16.7 cm, valor a partir do qual a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos aumentou, foram maioritariamente os originados por eventos naturais, assim como por atividades humanas em locais onde já preexistiam depressões naturais (Figura 3.4.B). Quanto à cobertura da vegetação emergente, esta variável não diferiu significativamente entre os charcos que sofreram perturbações pelos javalis e os restantes (teste de *Kruskal-Wallis*, $\chi^2 = 2.230$, $p\text{-value} = 0.135$). Na figura 3.4.C observamos que quase todos os tipos de charcos apresentaram a cobertura de vegetação emergente igual ou superior a 31 %, valor a partir do

qual a ocorrência de sucesso de metamorfose aumentou, com exceção dos originados singularmente pelas ações humanas ou pelos comportamentos dos javalis. No que se refere à cobertura da vegetação na margem, esta diferiu significativamente entres os charcos com influências dos javalis e os charcos com outras origens (teste de *Kruskal-Wallis*, $\chi^2 = 11.173$, *p-value* = 0.001). Os charcos que apresentaram coberturas iguais ou superiores a 76 %, valor a partir do qual a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos diminuiu, foram maioritariamente os originados por eventos naturais, assim como por atividades humanas ou pelos comportamentos dos javalis em locais onde já preexistiam depressões naturais (Figura 3.4.D).

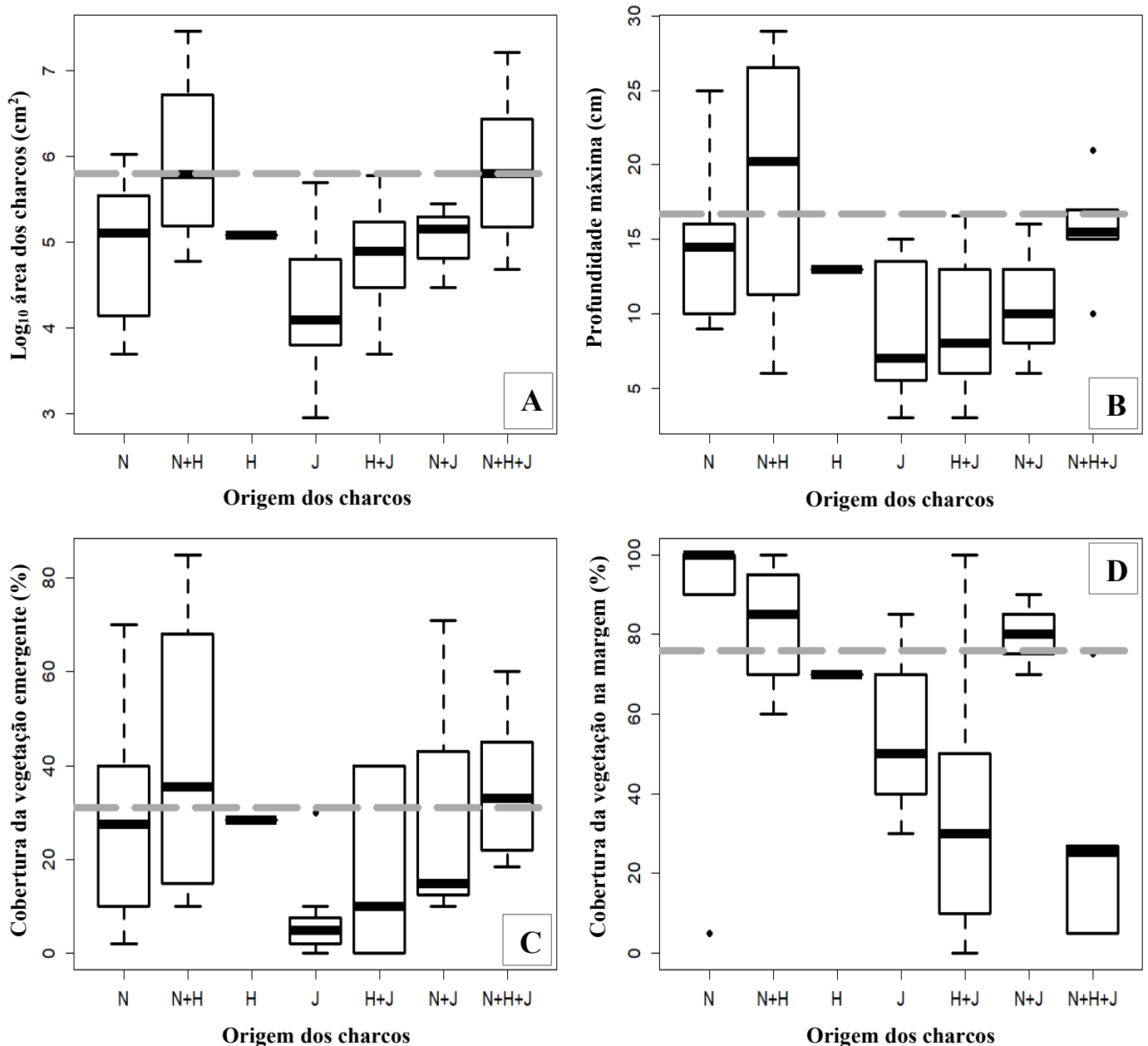


Figura 3.4 – Variáveis significativas na probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* e que dependem dos fatores originários dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis). A linha cinzenta a tracejado representa o valor que, aproximadamente, separa o sucesso do insucesso na metamorfose.

3.3. Abundância de girinos em charcos com diferentes origens e a sua relação com as variáveis explicativas e com o sucesso de metamorfose

Relativamente à abundância média de girinos, a variável logaritmizada apresentou uma distribuição normal, indicando que a maioria dos charcos albergou um número moderado de indivíduos, tendo os charcos com origem nas atividades concorrentes dos humanos e dos javalis compreendido todas as classes do índice de abundância (Figura 3.5). Os dois tipos de charcos com maior número de girinos foram os originados simultaneamente pelas atividades humanas e dos javalis e pelos três fatores em conjunto, enquanto os charcos originados apenas pelos javalis acolheram o menor número de indivíduos (Figura 3.5). A abundância média de girinos não apresentou nenhuma correlação significativa com as variáveis explicativas (Tabela A5), tendo a cobertura de vegetação submersa registado o valor mais elevado ($r_s = 0.37$). A relação da abundância média de girinos com o sucesso de metamorfose resultou num coeficiente de correlação quase significativo ($r_s = 0.68$). Na Figura 3.6 é possível observar o aumento da proporção de sucessos na metamorfose à medida que a abundância média aumenta, sendo que não se registou nenhum insucesso nos charcos que albergaram o maior número de girinos.

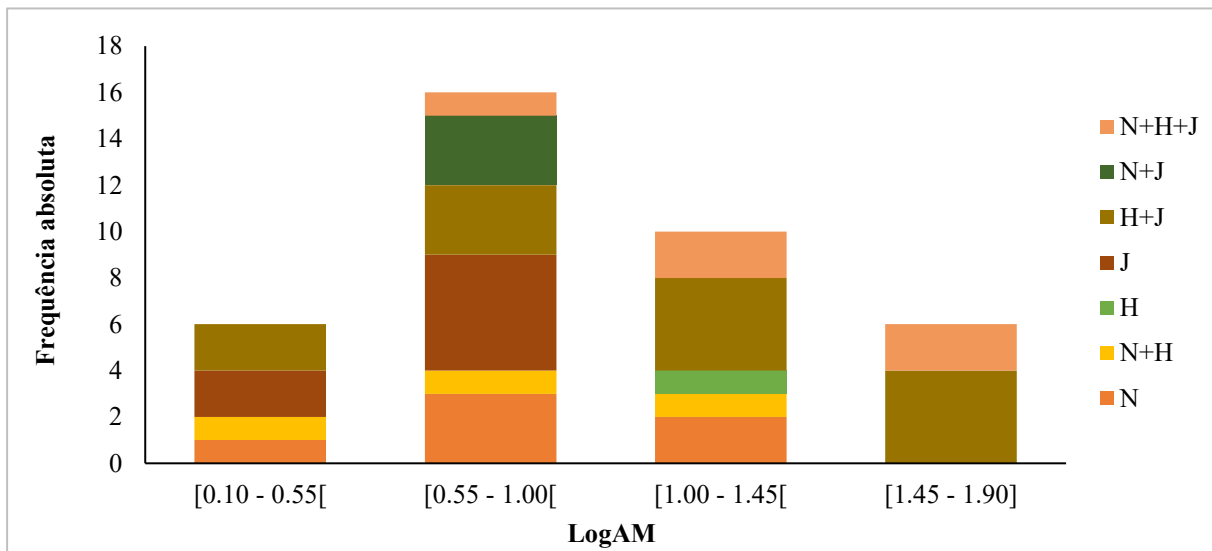


Figura 3.5 – Abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a origem dos charcos (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

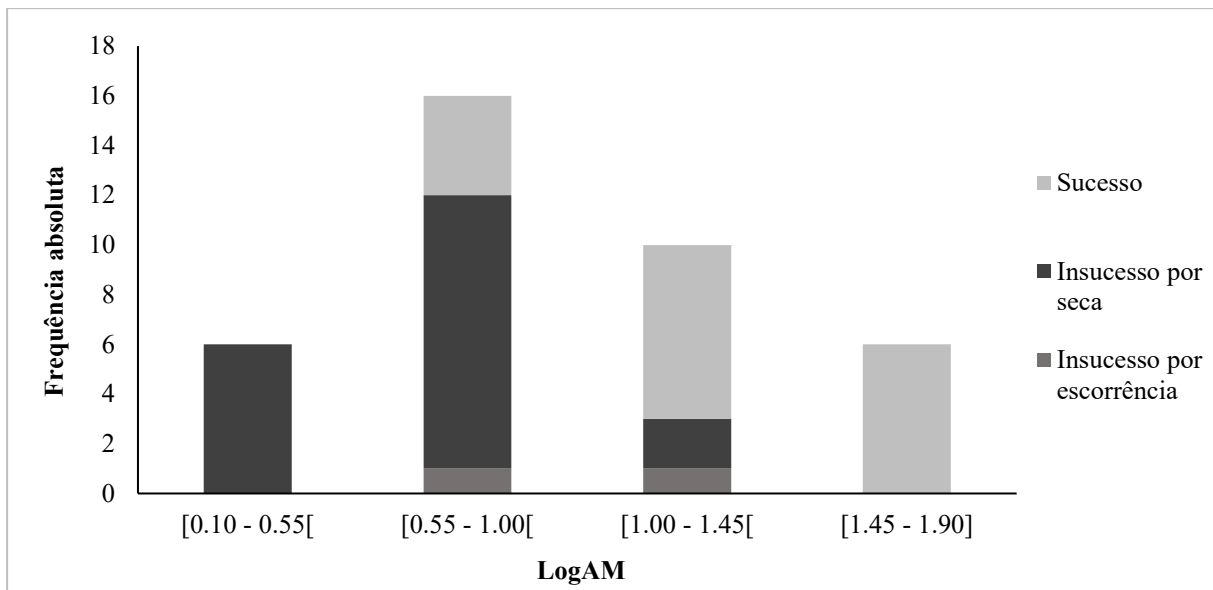


Figura 3.6 – Abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* consoante o sucesso ou insucesso de metamorfose.

3.4. Estimativa do efeito da ausência de javalis na área de estudo

Com a remoção de fossadas e espojadouros como habitat de reprodução para *D. galganoi*, verificar-se-ia uma redução de 11.6 % dos pontos amostrados (Tabela 3.7). Seria esperada uma redução de 2.8 % na proporção de ocorrências de reprodução e um aumento de 7.1 % na taxa de sucesso de metamorfose (Tabela 3.7). No que se refere à abundância média de girinos, o efeito do desaparecimento dos javalis na área de estudo não seria significativo, uma vez que levaria à redução de charcos que registaram as duas classes mais baixas do índice de abundância (33.3 % e 31.3 %, respetivamente), enquanto os charcos que albergaram o maior número de girinos manter-se-ia inalterado (Tabela 3.8).

Tabela 3.7 – Pontos de amostragem diferenciados pelas categorias de origem dos charcos, excluindo o javali como fator (N – eventos naturais e H – atividades humanas).

	N	N+H	H	Total
Pontos amostrados	25	21	38	84
Pontos com ocorrência de reprodução	9	10	14	33
Pontos com sucesso de metamorfose	3	8	7	18

Tabela 3.8 – Abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a origem dos charcos, excluindo o javali como fator (N – eventos naturais e H – atividades humanas).

LogAM	N	N+H	H	Total
[0.10 - 0.55[	1	1	2	4
[0.55 - 1.00[	6	2	3	11
[1.00 - 1.45[	2	3	5	10
[1.45 - 1.90]	0	2	4	6

4. Discussão

A reprodução de *Discoglossus galganoi* dependeu da origem dos charcos, tendo os habitats que sofreram algum tipo de perturbação por parte dos javalis apresentado frequentemente as condições ideais. Estes resultados permitiram verificar o papel dos javalis como engenheiros do ecossistema capazes de criar ou manter zonas húmidas que otimizam o habitat de determinadas espécies, tal como foi constatado por outros autores (Friend e Cellier, 1990; Barrios-Garcia e Ballari, 2012; Baruzzi e Krofel, 2017). Relativamente ao sucesso de metamorfose, este não mostrou depender da origem dos charcos; porém verificou-se que os charcos criados pela ação conjunta das atividades humanas e das perturbações dos javalis, sobre depressões naturais do terreno, exibiram com frequência as características propícias tanto para a ocorrência de reprodução, como para o sucesso de metamorfose. Foram nestes e nos charcos originados pelas ações antropogénicas e mantidos pelos comportamentos dos javalis onde se verificaram as maiores frequências de reprodução e de metamorfose, corroborando a existência de uma seleção dos habitats de reprodução por parte das fêmeas de *D. galganoi* (Galán, 2014; Galán e Rodríguez-Fernández, 2018). Tais observações permitiram constatar a influência positiva da ação concorrente destes dois engenheiros do ecossistema na criação de habitats aquáticos cruciais para os anfíbios (Hartel e von Wehrden, 2013; Hartel et al., 2014). Este trabalho evidenciou que a presença de populações de *Sus scrofa* na Serra de Grândola pode se tornar extremamente relevante, visto que alguns dos seus comportamentos criam e mantêm depressões nos solos que, ao encherem com a água das chuvas, formam habitats aquáticos propícios à ocorrência de reprodução e ao sucesso de metamorfose de *D. galganoi*. É também plausível que este efeito seja mais significativo em anos mais chuvosos (Pechmann et al., 1989; Hartel, Băncilă e Cogălniceanu, 2011; Olarte, Sánchez-Montes e Martínez-Solano, 2020).

A ocorrência de reprodução de *Discoglossus galganoi* dependeu da origem dos charcos, tendo sido verificada uma preferência pelos habitats perturbados pelos comportamentos dos javalis. De facto, *Sus scrofa*, assim como outros ungulados, representa um bom exemplo de engenheiro do ecossistema pelas diversas transformações que provoca no ambiente (Rosell, Fernández-Llario e Herrero, 2001; Schley e Roper, 2003; Lopes e Borges, 2004; Wilcox e Van Vuren, 2009; Barrios-Garcia e Ballari, 2012). Este animal pode beneficiar outras espécies de várias formas: criando relações de simbiose com corvídeos (Massei e Genov, 2004); funcionando como agente dispersor de sementes (Schmidt et al., 2004); promovendo a complexidade das paisagens e, conseqüentemente, a colonização por novas plantas e a criação de novos refúgios e habitats de reprodução (Friend e Cellier, 1990; Barrios-Garcia e Ballari, 2012; Baruzzi e Krofel, 2017). Efetivamente, neste trabalho verificou-se que os charcos originados pelos fatores “Javali”, “Humano e Javali”, e estes dois fatores sobrepostos ao fator “Natural”, apresentaram as maiores áreas fossadas e alturas de lama, variáveis que influenciaram positivamente a ocorrência de reprodução da rã-de-focinho-pontiagudo, tendo especial importância os que se encontraram em áreas abertas com reduzida cobertura arbórea. Contrariamente, os charcos que se formaram sem sofrer perturbações por parte dos javalis, não foram propícios à ocorrência de reprodução do anuro.

Os anfíbios constituem um dos grupos mais ameaçados pelas transformações antropogénicas na paisagem, porém algumas espécies têm-se mostrado relativamente resilientes, persistindo mesmo sob pressão de atividades humanas (Hamer e McDonnell, 2008). No presente estudo, verificou-se que os charcos com origem antropogénica não possuíam as características promotoras da reprodução de *D. galganoi*, tendo estas sido adquiridas somente com a intervenção adicional dos javalis. Estes resultados sustentam a primeira hipótese proposta, isto é, os comportamentos dos javalis criaram e mantiveram depressões no solo que, ao encherem com a água das chuvas, originaram habitats aquáticos adequados

para a reprodução deste anuro. Outros autores compartilham esta conclusão, indicando os javalis como engenheiros do ecossistema capazes de criar ou manter zonas húmidas que otimizam o habitat de determinadas espécies (Friend e Cellier, 1990; Barrios-Garcia e Ballari, 2012; Baruzzi e Krofel, 2017). Em outros trabalhos foi, também, possível constatar uma influência positiva da ação concorrente de humanos e de ungulados na criação de habitats aquáticos cruciais para os anfíbios (Hartel e von Wehrden, 2013; Hartel et al., 2014).

Em relação ao sucesso de metamorfose, este não dependeu da influência dos javalis na origem dos charcos; não obstante, verificaram-se taxas de sucesso elevadas nos charcos originados pelos fatores “Humano e Javali”, “Natural e Humano” e os três fatores combinados. As depressões no solo criadas por eventos naturais e mantidas pelas atividades humanas, assim como pelas perturbações complementares dos javalis, criaram frequentemente charcos grandes e mais profundos, que apresentaram baixa cobertura de vegetação na margem e alguma cobertura de vegetação emergente, características estas que influenciaram positivamente a ocorrência de sucesso na metamorfose dos girinos. Os resultados deste trabalho não permitiram chegar a um consenso relativamente à segunda hipótese proposta, pois apesar da influência dos javalis na formação dos charcos ter sido significativa para a ocorrência de reprodução de *D. galganoi*, não o foi para o sucesso de metamorfose. Contudo, os charcos criados pelos três fatores combinados exibiram com maior frequência as características ideais tanto para a ocorrência de reprodução, como de sucesso de metamorfose, tendo sido nestes e nos charcos com origem “Humano e Javali” onde se verificaram as maiores frequências de ambos. Tal sugere que, de facto, a reprodução foi frequente nos habitats onde a probabilidade de sucesso de metamorfose foi elevada, o que corrobora que as fêmeas de *D. galganoi* selecionam os melhores habitats para realizar as suas posturas, como por exemplo os charcos capazes de suster hidroperíodos maiores (Galán, 2014; Galán e Rodríguez-Fernández, 2018). Complementarmente, a abundância de girinos foi superior nestes dois tipos de habitat, tendo a metamorfose sido atingida em todos eles. Estes resultados evidenciam, uma vez mais, a relevância das transformações antropogénicas e dos comportamentos dos javalis na criação e manutenção de habitats aquático vantajosos para certos anfíbios (Hartel e von Wehrden, 2013; Hartel et al., 2014).

Durante a amostragem verificou-se que todas as primeiras posturas da época de reprodução chegaram a eclodir, porém nem todas produziram girinos que completaram a metamorfose. A maioria dos insucessos registados deveu-se à seca dos charcos, na sua maioria criados apenas pelas atividades dos javalis e nos quais se observou com frequência massas de girinos mortos. As alterações climáticas constituem uma das principais causas do acelerado declínio global pelas quais as populações de anfíbios estão a passar (Hopkins, 2007; Blaustein et al., 2011; Andrade, 2015; West, 2018), tanto por provocarem o desaparecimento das zonas húmidas vitais (Enriquez-Urzelai et al., 2019), como por intensificarem a ação de agentes patogénicos (West, 2018). A Península Ibérica é uma das regiões consideradas suscetíveis a futuros eventos climáticos extremos, esperando-se uma redução da frequência de precipitação e uma persistência de temperaturas extremas, isto é, ondas de calor e de frio (Pereira, Carvalho e Rocha, 2021). Atualmente, no sul de Portugal, a desertificação das zonas mais áridas já representa um constrangimento para a conservação de diversos anfíbios, incluindo o anuro *D. galganoi* (Bosch et al., 2009), e segundo Enriquez-Urzelai et al. (2019) anteveem-se limitações na capacidade de adaptação deste grupo animal às previsões climáticas.

É difícil avaliar as implicações da ausência dos javalis na Serra de Grândola, quer pela complexidade dos efeitos que as suas perturbações podem causar no ecossistema (Barrios-Garcia e Ballari, 2012), como também pela amplitude de estudos necessários, tanto a curto como a longo prazo. No entanto, os resultados deste trabalho permitiram realizar uma análise preliminar do que se sucederia

com o desaparecimento das fossadas e dos espojadouros, sendo previsível uma redução na taxa de ocorrência de reprodução de *D. galganoi*. Esta observação consolida a terceira hipótese proposta, dado que a ocorrência de reprodução é dependente dos habitats proporcionados pelos comportamentos dos javalis. Relativamente ao sucesso de metamorfose, verificou-se que os charcos criados unicamente pelos javalis funcionaram como armadilhas; nesses locais, o hidroperíodo não foi suficientemente longo para garantir a metamorfose dos girinos. Contudo, o hidroperíodo destes charcos e, conseqüentemente, a viabilidade dos mesmos encontram-se dependentes das variações anuais e regionais da pluviosidade (Hartel, Băncilă e Cogălniceanu, 2011; Martínez-Solano, 2014). Desta forma, pressupõe-se que nas regiões mais frias e húmidas, bem como em anos chuvosos, os habitats aquáticos formados pelas fossadas e espojadouros dos javalis, serão mais propícios à reprodução com sucesso (Pechmann et al., 1989; Hartel, Băncilă e Cogălniceanu, 2011; Olarte, Sánchez-Montes e Martínez-Solano, 2020). Contrariamente, em regiões quentes e áridas, bem como em anos de seca, estes charcos podem atuar como armadilhas ecológicas, tal como evidenciamos neste estudo.

Em suma, é notório o importante papel que os engenheiros do ecossistema desempenham no funcionamento das comunidades bióticas onde se inserem, podendo constituir ferramentas-chave na conservação de muitas espécies e dos próprios ecossistemas (Smith, 2007; Anderson, Paszkowski e Hood, 2015). Na Península Ibérica, especialmente nas zonas áridas e semiáridas, os habitats aquáticos podem ser escassos (de Vries e Marco, 2017) e essa escassez aumentará com as previsões climáticas que se avizinham (Pereira, Carvalho e Rocha, 2021). Desta forma, a presença de populações de ungulados selvagens nesses ecossistemas pode se tornar extremamente relevante, visto que alguns dos seus comportamentos criam e mantêm depressões nos solos que, ao encherem com a água das chuvas, formam habitats aquáticos fundamentais para algumas espécies de anfíbios (Friend e Cellier, 1990; Beck, Thebpanya e Filiaggi, 2010; Baruzzi e Krofel, 2017). Identicamente, os corpos de água originados pelas ações antropogénicas não devem ser negligenciados, pois em recentes estudos verificaram-se taxas de ocupação significativas destes habitats por diversos anfíbios, havendo até relatos de ocorrência de reprodução somente nesses charcos (Brand e Snodgrass, 2010; Chester e Robson, 2013). Conseqüentemente, apesar de tanto os ungulados selvagens como as atividades antropogénicas poderem causar danos de grande magnitude, não se deve considerar *a priori* as suas perturbações como negativas, mas deve-se sim investigar criticamente os impactos da sua presença com base nas circunstâncias locais, tendo em atenção que podem beneficiar apenas espécies específicas (Jones, Lawton e Shachak, 1994; Baruzzi e Krofel, 2017).

Neste caso em particular, na Serra de Grândola, a conservação de *Discoglossus galganoi* pode passar pela preservação das populações de javali na área, cujas modificações dos terrenos mostraram ser propícias à ocorrência de reprodução e, em anos mais chuvosos, assegurarão adequadamente a ocorrência de sucesso de metamorfose (Pechmann et al., 1989; Hartel, Băncilă e Cogălniceanu, 2011; Olarte, Sánchez-Montes e Martínez-Solano, 2020). Contudo, propõe-se a realização de uma avaliação completa dos impactos deste engenheiro do ecossistema ao nível populacional da rã-de-focinho-pontiagudo, sendo importante avaliar as conseqüências da reutilização dos espojadouros e da recorrência de fossadas nos mesmos locais, assim como averiguar os impactos das modificações dos habitats terrestres do anuro. Adicionalmente, será fundamental compreender os efeitos das perturbações deste ungulado selvagem noutras espécies, de forma a gerir cautelosamente a sua incorporação nos programas de conservação das espécies que beneficiam das suas atividades.

5. Referências bibliográficas

- Anderson, N.L., Paszkowski, C.A., Hood, G.A. (2015): Linking aquatic and terrestrial environments: can beaver canals serve as movement corridors for pond-breeding amphibians? *Anim. Conserv.* **18**: 287–294.
- Andrade, E.B. (2015): Amphibians: why preserve? *Entomol. Ornithol. Herpetol.* **5**: 1–2.
- Barrios-Garcia, M.N., Ballari, S.A. (2012): Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range: a review. *Biol. Invasions.* **14**: 2283–2300.
- Baruzzi, C., Krofel, M. (2017): Friends or foes? Importance of wild ungulates as ecosystem engineers for amphibian communities. *North. West. J. Zool.* **13**: 320–325.
- Beck, H., Thebpanya, P., Filiaggi, M. (2010): Do Neotropical peccary species (*Tayassuidae*) function as ecosystem engineers for anurans? *J. Trop. Ecol.* **26**: 407–414.
- Bernal, S., Schiller, D., Sabater, F., Martí, E. (2013): Hydrological extremes modulate nutrient dynamics in mediterranean climate streams across different spatial scales. *Hydrobiologia.* **719**: 31–42.
- Blaustein, A.R., Han, B.A., Relyea, R.A., Johnson, P.T.J., Buck, J.C., Gervasi, S.S., Kats, L.B. (2011): The complexity of amphibian population declines: understanding the role of cofactors in driving amphibian losses. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **1223**: 108–119.
- Bosch, J., Beja, P., Tejado, M., Lizana, M., Martínez-Solano, Í., Salvador, A., García-París, M., Recuero Gil, E., Díaz-Paniagua, C., Pérez Mellado, V., Márquez, R. (2009): *Discoglossus galganoi*. IUCN Red List Threat. Species e.T55269A86637387.
- Brand, A.B., Snodgrass, J.W. (2010): Value of artificial habitats for amphibian reproduction in altered landscapes: contributed paper. *Conserv. Biol.* **24**: 295–301.
- Burnham, K.P., Anderson, D.R. (2004): Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach. New York, Springer-Verlag.
- Butturini, A., Bernal, S., Sabater, S., Sabater, F. (2002): The influence of riparian-hyporheic zone on the hydrological responses in an intermittent stream. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **6**: 515–525.
- Caballero-Díaz, C., Sánchez-Montes, G., Butler, H.M., Vredenburg, V.T., Martínez-Solano, Í. (2020): The role of artificial breeding sites in amphibian conservation: a case study in rural areas in central Spain. *Herpetol. Conserv. Biol.* **15**: 87–104.
- Carreira, B.M. (2010): Impactos de *Procambarus clarkii* na comunidade de macrófitas de charcos temporários mediterrânicos – uma abordagem experimental. Universidade de Liboa, Portugal.
- Chen, S., Jiang, G., Zhang, J., Li, Y., Qian, H. (2011): Species turnover of amphibians and reptiles in eastern China: disentangling the relative effects of geographic distance and environmental difference. *Ecol. Res.* **26**: 949–956.
- Chester, E.T., Robson, B.J. (2013): Anthropogenic refuges for freshwater biodiversity: their ecological characteristics and management. *Biol. Conserv.* **166**: 64–75.

- Collins, S.L., Uno, G.E. (1983): The effect of early spring burning on vegetation in buffalo wallows. *Bull. Torrey Bot. Club.* **110**: 474–481.
- Correia, A.I., Nisa, S. (1999): Flora Vascular. Em: Caracterização da flora e da fauna do montado da Herdade da Ribeira Abaixo (Grândola – Baixo Alentejo), p. 47–60. Correia, A.I., Santos-Reis, M., Eds. Lisboa, Centro de Biologia Ambiental.
- Correia, A.I., Santos-Reis, M. (1999): Área de Estudo. Em: Caracterização da flora e da fauna do montado da Herdade da Ribeira Abaixo (Grândola – Baixo Alentejo), p. 5–8. Correia, A.I., Santos-Reis, M., Eds. Lisboa, Centro de Biologia Ambiental.
- Crooks, J.A. (2002): Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos.* **97**: 153–166.
- Cruz, M.J., Rebelo, R. (2008): *Discoglossus galganoi* Capula, Nascetti, Lanza, Bullini & Crespo, 1985. Em: Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal, p. 108–109. Loureiro, A., Almeida, N.F. de, Carretero, M.A., Paulo, O.S., Eds. Lisboa, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, I.P.
- Divisão de Inventário e Estatísticas Florestais (1990). Em: Manual de instruções para o trabalho de campo do inventário florestal nacional, p. 80. Lisboa, Direcção Geral das Florestas.
- Ecrement, S.M., Richter, S.C. (2017): Amphibian use of wetlands created by military activity in kisatchie national forest, Louisiana, USA. *Herpetol. Conserv. Biol.* **12**: 321–333.
- Enriquez-Urzelai, U., Bernardo, N., Moreno-Rueda, G., Montori, A., Llorente, G. (2019): Are amphibians tracking their climatic niches in response to climate warming? A test with Iberian amphibians. *Clim. Change.* **154**: 289–301.
- Escoriza, D., Boix, D. (2014): Reproductive habitat selection in alien and native populations of the genus *Discoglossus*. *Acta Oecol.* **59**: 97–103.
- Ficetola, G.F., Bernardi, F. (2004): Amphibians in a human-dominated landscape: the community structure is related to habitat features and isolation. *Biol. Conserv.* **119**: 219–230.
- Friend, G.R., Cellier, K.M. (1990): Wetland herpetofauna of Kakadu National Park, Australia: seasonal richness trends, habitat preferences and the effects of feral ungulates. *J. Trop. Ecol.* **6**: 131–152.
- Galán, P. (2014): Hábitat reproductor y ciclo anual de *Discoglossus galganoi* en acantilados marinos de Galicia. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.* **25**: 23–29.
- Galán, P., Rodríguez-Fernández, S. (2018): Efecto de los temporales atlánticos invernales sobre la población de *Discoglossus galganoi* de los acantilados costeros de Galicia. *Bol. Asoc. Herpetol. Esp.* **29**: 70–75.
- Gomes, D.J.C. (2015): Estado actual da comunidade de mesocarnívoros no montado da Serra de Grândola: distribuição e abundância relativa. Universidade de Lisboa, Portugal.
- Gosner, K.L. (1960): A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica.* **16**: 183–190.

- Hamer, A.J., McDonnell, M.J. (2008): Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: a review. *Biol. Conserv.* **141**: 2432–2449.
- Hartel, T., Băncilă, R., Cogălniceanu, D. (2011): Spatial and temporal variability of aquatic habitat use by amphibians in a hydrologically modified landscape. *Freshw. Biol.* **56**: 2288–2298.
- Hartel, T., Sos, T., Popescu, V.D., Băncilă, R., Cogălniceanu, D., Rozyłowicz, L. (2014): Amphibian conservation in traditional cultural landscapes: the case of Central Romania. *North. West. J. Zool.* **10**: S51–S61.
- Hartel, T., Wehrden, H. (2013): Farmed areas predict the distribution of amphibian ponds in a traditional rural landscape. *PLoS One.* **8**: e63649.
- Hopkins, W.A. (2007): Amphibians as models for studying environmental change. *ILAR J.* **48**: 270–277.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M. (1994): Organisms as Ecosystem Engineers. *Oikos.* **69**: 373–386.
- Keuling, O., Leus, K. (2019): *Sus scrofa*. IUCN Red List Threat. Species e.T41775A44141833.
- Lopes, F.V., Borges, J.F. (2004): Wild boar in Portugal. *Galemys.* **16**: 243–251.
- Martínez-Solano, Í. (2014): Sapillo pintojo ibérico - *Discoglossus galganoi* Capula, Nascetti, Lanza, Bullini y Crespo, 1985. Em: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles, p. 1–19. Salvador, A., Martínez-Solano, I., Eds. Madrid, Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Massei, G., Genov, P. (2004): The environmental impact of wild boar. *Galemys.* **16**: 135–145.
- Olarte, Ó., Sánchez-Montes, G., Martínez-Solano, Í. (2020): Integrative demographic study of the Iberian painted frog (*Discoglossus galganoi*): inter-annual variation in the effective to census population size ratio, with insights on mating system and breeding success. *Integr. Zool.* **15**: 498–510.
- Pechmann, J.H.K., Scott, D.E., Whitfield Gibbons, J., Semlitsch, R.D. (1989): Influence of wetland hydroperiod on diversity and abundance of metamorphosing juvenile amphibians. *Wetl. Ecol. Manag.* **1**: 3–11.
- Pereira, A.M.C.L.B. (2011): Biodiversidade de charcos temporários de diferentes idades na Serra de Grândola, Portugal. Universidade de Lisboa, Portugal.
- Pereira, S.C., Carvalho, D., Rocha, A. (2021): Temperature and precipitation extremes over the Iberian Peninsula under climate change scenarios: a review. *Climate.* **9**: 139.
- Rebelo, R., Correia, A.I., Fonseca, F., Mathias, M.L., Santos-Reis, M. (2009): Herdade da Ribeira Abaixo e Serra de Grândola. Em: Ecossistemas e Bem-Estar Humano: Resultados da Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment, p. 637–659. Vicente, L., Proença, V., Domingos, T., Pereira, H., Eds. Lisboa, Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Escolar Editora.
- Rosell, C., Fernández-Llario, P., Herrero, J. (2001): El jabalí (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758). *Galemys.* **13**:

1–25.

Sáez-Royuela, C., Tellería, J.L. (1986): The increased population of the wild boar (*Sus scrofa* L.) in Europe. *Mamm. Rev.* **16**: 97–101.

Schley, L., Roper, T.J. (2003): Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mamm. Rev.* **33**: 43–56.

Schmidt, M., Sommer, K., Kriebitzsch, W.U., Ellenberg, H., Oheimb, G. (2004): Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part I: roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). *Eur. J. For. Res.* **123**: 167–176.

Sebasti, S., Carpaneto, G.M. (2004): An ecological study on amphibian communities inhabiting the dewponds of a lowland deciduous forest along the Tyrrhenian coast (Central Italy). *Ital. J. Zool.* **71**: 135–141.

Semlitsch, R.D., Skelly, D.K. (2007): Ecology and conservation of pool-breeding amphibians. Em: Science and conservation of vernal pools in northeastern North America, p. 127–148. Calhoun, A.J.K., DeMaynadier, P.G., Eds. Boca Raton, FL, CRC Press.

Smith, B.D. (2007): The ultimate ecosystem engineers. *Science* **315**: 1797–1798.

Vries, W., Marco, A. (2017): The importance of fluvial habitats for amphibian conservation in the mediterranean climate. *Basic Appl. Herpetol.* **31**: 5–16.

West, J. (2018): Importance of amphibians: a synthesis of their environmental function, benefits to humans, and need for conservation. Bridgewater State University, USA.

Wilbur, H.M. (1980): Complex life cycles. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* **11**: 67–93.

Wilcox, J.T., Vuren, D.H. (2009): Wild pigs as predators in oak woodlands of California. *J. Mammal.* **90**: 114–118.

6. Anexos

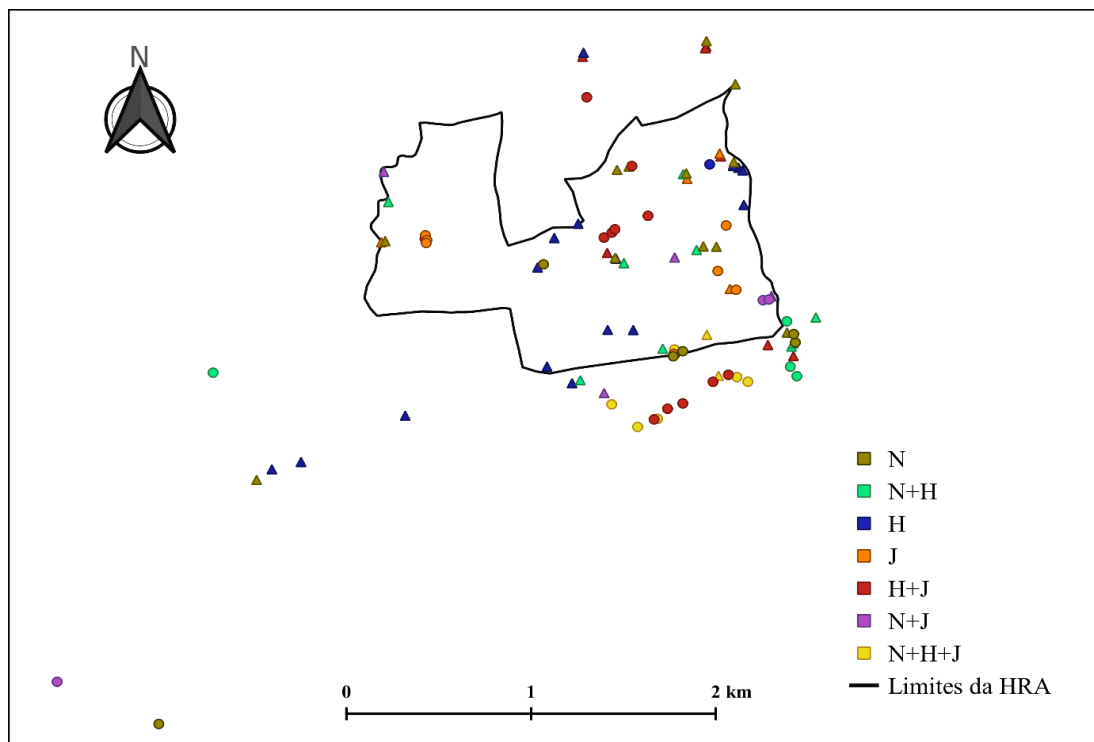


Figura A1 – Pontos de amostragem diferenciados pelas 7 categorias referentes à origem dos charcos. Os círculos (●) representam os locais de reprodução de *Discoglossus galganoi* e os triângulos (▲) os locais de não reprodução (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

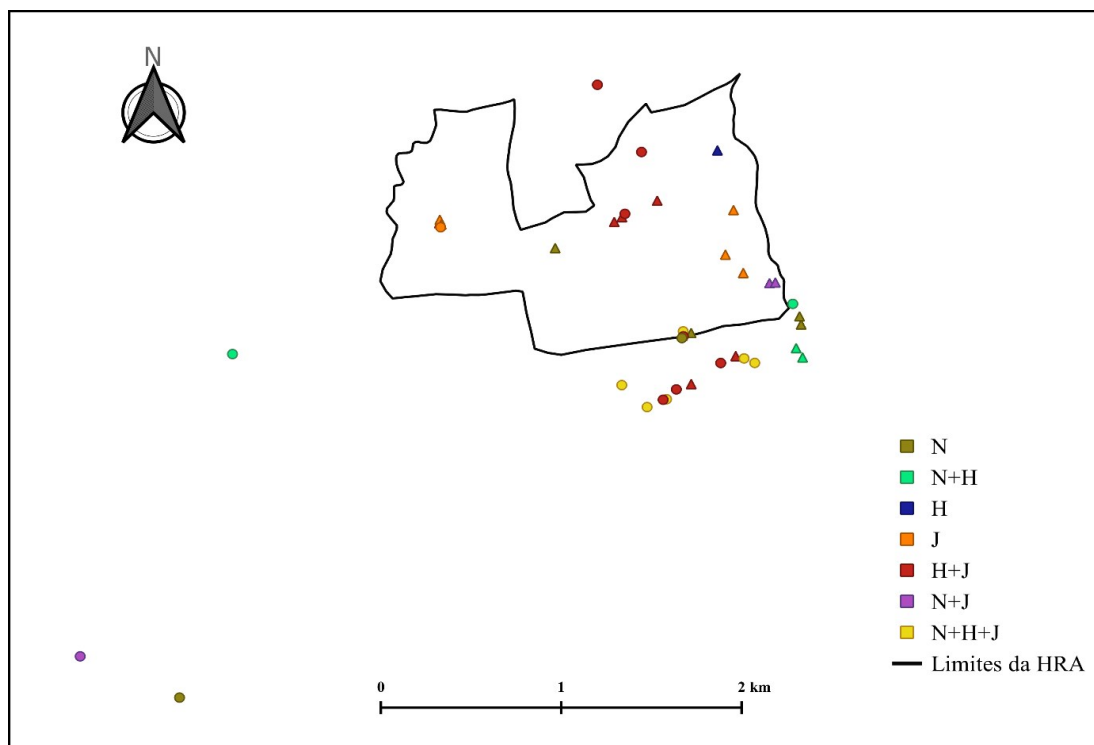


Figura A2 – Pontos de amostragem com ocorrência de reprodução diferenciados pelas 7 categorias referentes à origem dos charcos. Os círculos (●) representam os charcos onde se verificou sucesso na metamorfose dos girinos *Discoglossus galganoi* e os triângulos (▲) os charcos onde não houve sucesso (N – eventos naturais, H – atividades humanas e J – comportamentos de javalis).

Tabela A1 – Matriz de correlação de *Spearman* entre as 20 variáveis relacionadas com a probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* (95 pontos de amostragem).

	AREA	PROFUN	LAMA	TURBID	AREAF	SUBMER	EMERGE	MARGEM	PEDRA	CASCAL	GRAVIL	AREIA	ARGILA	MANTA	DECLIVE	ARBOR10	ARBUST10	HERB10	ARBOR100	ARBUST100
AREA	1.00	0.23	0.16	0.12	0.12	0.22	0.30	0.13	0.06	0.02	-0.09	-0.08	0.13	-0.08	-0.20	0.00	-0.17	0.07	-0.15	-0.02
PROFUN	0.23	1.00	-0.06	0.01	-0.26	0.37	0.18	0.16	0.15	0.08	0.00	-0.21	-0.30	0.31	0.06	0.14	-0.03	0.19	0.16	0.08
LAMA	0.16	-0.06	1.00	0.15	0.19	-0.03	-0.07	-0.14	-0.06	-0.09	-0.09	0.12	0.15	-0.16	0.06	-0.02	-0.14	-0.07	-0.20	0.02
TURBID	0.12	0.01	0.15	1.00	0.00	-0.24	-0.33	-0.19	0.03	-0.06	-0.15	0.11	0.36	-0.39	0.02	0.17	0.05	-0.07	0.13	0.11
AREAF	0.12	-0.26	0.19	0.00	1.00	0.00	-0.04	-0.32	-0.13	-0.10	-0.04	0.23	0.17	-0.20	0.24	-0.15	0.03	-0.02	0.00	0.15
SUBMER	0.22	0.37	-0.03	-0.24	0.00	1.00	0.49	0.20	0.09	0.20	0.02	-0.14	-0.40	0.44	0.15	-0.04	0.02	0.04	0.06	0.12
EMERGE	0.30	0.18	-0.07	-0.33	-0.04	0.49	1.00	0.39	-0.05	0.06	0.15	-0.04	-0.49	0.52	-0.11	-0.03	-0.06	0.08	-0.05	-0.01
MARGEM	0.13	0.16	-0.14	-0.19	-0.32	0.20	0.39	1.00	0.06	0.11	0.04	-0.02	-0.40	0.39	-0.13	0.05	-0.23	0.22	0.14	-0.32
PEDRA	0.06	0.15	-0.06	0.03	-0.13	0.09	-0.05	0.06	1.00	0.70	0.34	-0.04	-0.10	-0.14	0.18	0.21	-0.03	-0.06	0.10	-0.08
CASCAL	0.02	0.08	-0.09	-0.06	-0.10	0.20	0.06	0.11	0.70	1.00	0.50	0.15	-0.18	-0.08	0.13	0.13	-0.14	0.01	0.11	-0.12
GRAVIL	-0.09	0.00	-0.09	-0.15	-0.04	0.02	0.15	0.04	0.34	0.50	1.00	0.15	-0.12	-0.05	-0.08	0.09	-0.09	0.08	0.11	-0.04
AREIA	-0.08	-0.21	0.12	0.11	0.23	-0.14	-0.04	-0.02	-0.04	0.15	0.15	1.00	-0.13	-0.25	0.05	-0.12	-0.30	-0.06	0.07	-0.22
ARGILA	0.13	-0.30	0.15	0.36	0.17	-0.40	-0.49	-0.40	-0.10	-0.18	-0.12	-0.13	1.00	-0.86	-0.07	-0.01	0.10	0.01	-0.08	0.18
MANTA	-0.08	0.31	-0.16	-0.39	-0.20	0.44	0.52	0.39	-0.14	-0.08	-0.05	-0.25	-0.86	1.00	-0.01	-0.01	0.06	0.05	0.00	-0.06
DECLIVE	-0.20	0.06	0.06	0.02	0.24	0.15	-0.11	-0.13	0.18	0.13	-0.08	0.05	-0.07	-0.01	1.00	0.21	0.22	-0.20	0.17	0.13
ARBOR10	0.00	0.14	-0.02	0.17	-0.15	-0.04	-0.03	0.05	0.21	0.13	0.09	-0.12	-0.01	-0.01	0.21	1.00	0.20	-0.10	0.53	0.16
ARBUST10	-0.17	-0.03	-0.14	0.05	0.03	0.02	-0.06	-0.23	-0.03	-0.14	-0.09	-0.30	0.10	0.06	0.22	0.20	1.00	-0.20	0.11	0.56
HERB10	0.07	0.19	-0.07	-0.07	-0.02	0.04	0.08	0.22	-0.06	0.01	0.08	-0.06	0.01	0.05	-0.20	-0.10	-0.20	1.00	0.04	-0.08
ARBOR100	-0.15	0.16	-0.20	0.13	0.00	0.06	-0.05	0.14	0.10	0.11	0.11	0.07	-0.08	0.00	0.17	0.53	0.11	0.04	1.00	0.08
ARBUST100	-0.02	0.08	0.02	0.11	0.15	0.12	-0.01	-0.32	-0.08	-0.12	-0.04	-0.22	0.18	-0.06	0.13	0.16	0.56	-0.08	0.08	1.00

Tabela A2 – Matriz de correlação de *Spearman* entre as 19 variáveis relacionadas com a probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* (40 pontos de amostragem).

	AREA	PROFUN	LAMA	TURBID	AREA.F	SUBMER	EMERGE	MARGEM	CASCAL	GRAVIL	AREIA	ARGILA	MANTA	DECLIVE	ARBOR10	ARBUST10	HERB10	ARBOR100	ARBUST100
AREA	1.00	0.53	0.13	0.08	0.16	0.22	0.41	0.20	0.05	0.05	-0.07	0.03	0.01	-0.29	-0.09	-0.21	0.23	-0.17	-0.17
PROFUN	0.53	1.00	0.04	0.04	-0.12	0.40	0.37	0.05	-0.03	-0.03	-0.10	-0.34	0.37	-0.04	0.12	-0.15	0.15	0.09	0.05
LAMA	0.13	0.04	1.00	0.40	0.20	-0.12	-0.14	-0.21	-0.09	-0.09	0.07	0.20	-0.24	0.27	0.29	-0.13	-0.06	0.01	-0.01
TURBID	0.08	0.04	0.40	1.00	0.10	-0.16	-0.13	0.11	-0.12	-0.12	0.22	0.14	-0.29	0.11	0.10	-0.14	-0.06	0.26	-0.02
AREA.F	0.16	-0.12	0.20	0.10	1.00	0.09	-0.18	-0.40	0.06	0.06	0.26	0.11	-0.22	0.07	-0.16	0.07	0.09	0.28	0.22
SUBMER	0.22	0.40	-0.12	-0.16	0.09	1.00	0.66	-0.07	0.20	0.20	-0.03	-0.17	0.22	0.08	-0.02	0.02	0.29	0.25	0.25
EMERGE	0.41	0.37	-0.14	-0.13	-0.18	0.66	1.00	0.11	0.26	0.26	0.00	-0.22	0.27	-0.17	-0.13	-0.15	0.40	-0.10	0.05
MARGEM	0.20	0.05	-0.21	0.11	-0.40	-0.07	0.11	1.00	0.17	0.17	0.16	-0.17	0.10	-0.27	0.01	-0.48	0.37	0.10	-0.42
CASCAL	0.05	-0.03	-0.09	-0.12	0.06	0.20	0.26	0.17	1.00	1.00	0.53	-0.25	0.11	-0.13	0.18	-0.17	0.22	0.16	-0.06
GRAVIL	0.05	-0.03	-0.09	-0.12	0.06	0.20	0.26	0.17	1.00	1.00	0.53	-0.25	0.11	-0.13	0.18	-0.17	0.22	0.16	-0.06
AREIA	-0.07	-0.10	0.07	0.22	0.26	-0.03	0.00	0.16	0.53	0.53	1.00	-0.27	-0.18	0.17	-0.04	-0.39	0.08	0.28	-0.21
ARGILA	0.03	-0.34	0.20	0.14	0.11	-0.17	-0.22	-0.17	-0.25	-0.25	-0.27	1.00	-0.89	0.07	-0.07	0.24	-0.19	-0.08	0.15
MANTA	0.01	0.37	-0.24	-0.29	-0.22	0.22	0.27	0.10	0.11	0.11	-0.18	-0.89	1.00	-0.18	0.11	-0.05	0.18	-0.04	-0.04
DECLIVE	-0.29	-0.04	0.27	0.11	0.07	0.08	-0.17	-0.27	-0.13	-0.13	0.17	0.07	-0.18	1.00	0.20	0.27	-0.30	0.09	0.14
ARBOR10	-0.09	0.12	0.29	0.10	-0.16	-0.02	-0.13	0.01	0.18	0.18	-0.04	-0.07	0.11	0.20	1.00	0.09	-0.11	0.32	0.07
ARBUST10	-0.21	-0.15	-0.13	-0.14	0.07	0.02	-0.15	-0.48	-0.17	-0.17	-0.39	0.24	-0.05	0.27	0.09	1.00	-0.29	-0.07	0.43
HERB10	0.23	0.15	-0.06	-0.06	0.09	0.29	0.40	0.37	0.22	0.22	0.08	-0.19	0.18	-0.30	-0.11	-0.29	1.00	0.11	-0.07
ARBOR100	-0.17	0.09	0.01	0.26	0.28	0.25	-0.10	0.10	0.16	0.16	0.28	-0.08	-0.04	0.09	0.32	-0.07	0.11	1.00	0.29
ARBUST100	-0.17	0.05	-0.01	-0.02	0.22	0.25	0.05	-0.42	-0.06	-0.06	-0.21	0.15	-0.04	0.14	0.07	0.43	-0.07	0.29	1.00

Tabela A3 – GLMs com cada uma das variáveis explicativas da probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi*.

Núm.	Variáveis	Estimate	D ²	AIC	p-value
1	AREA.F	0.31547	0.11754	118.12	0.00021
2	LAMA	0.44100	0.06055	125.49	0.01880
3	ARBOR100	- 0.03743	0.05861	125.74	0.01040
4	ARGILA	0.00794	0.01376	131.54	0.18680
5	SUBMER	0.01121	0.01012	132.01	0.25530
6	EMERGE	- 0.00741	0.00650	132.48	0.36300
7	DECLIVE	0.15700	0.00402	132.80	0.47040
8	CASCAL	- 0.01766	0.00378	132.83	0.53400
9	PROFUN	- 0.02244	0.00323	132.90	0.52200
10	MARGEM	- 0.00334	0.00201	133.06	0.61000
11	AREA	0.08810	0.00062	133.24	0.77400
12	TURBID	- 0.08200	0.00062	133.24	0.78100
13	GRAVIL	- 0.02594	0.00031	133.28	0.85300
14	ARBUST100	0.00163	0.00023	133.29	0.85300
15	AREIA	- 0.00002	0.00000	133.32	0.99900
16	HERB10	0.00024	0.00000	133.32	0.98000

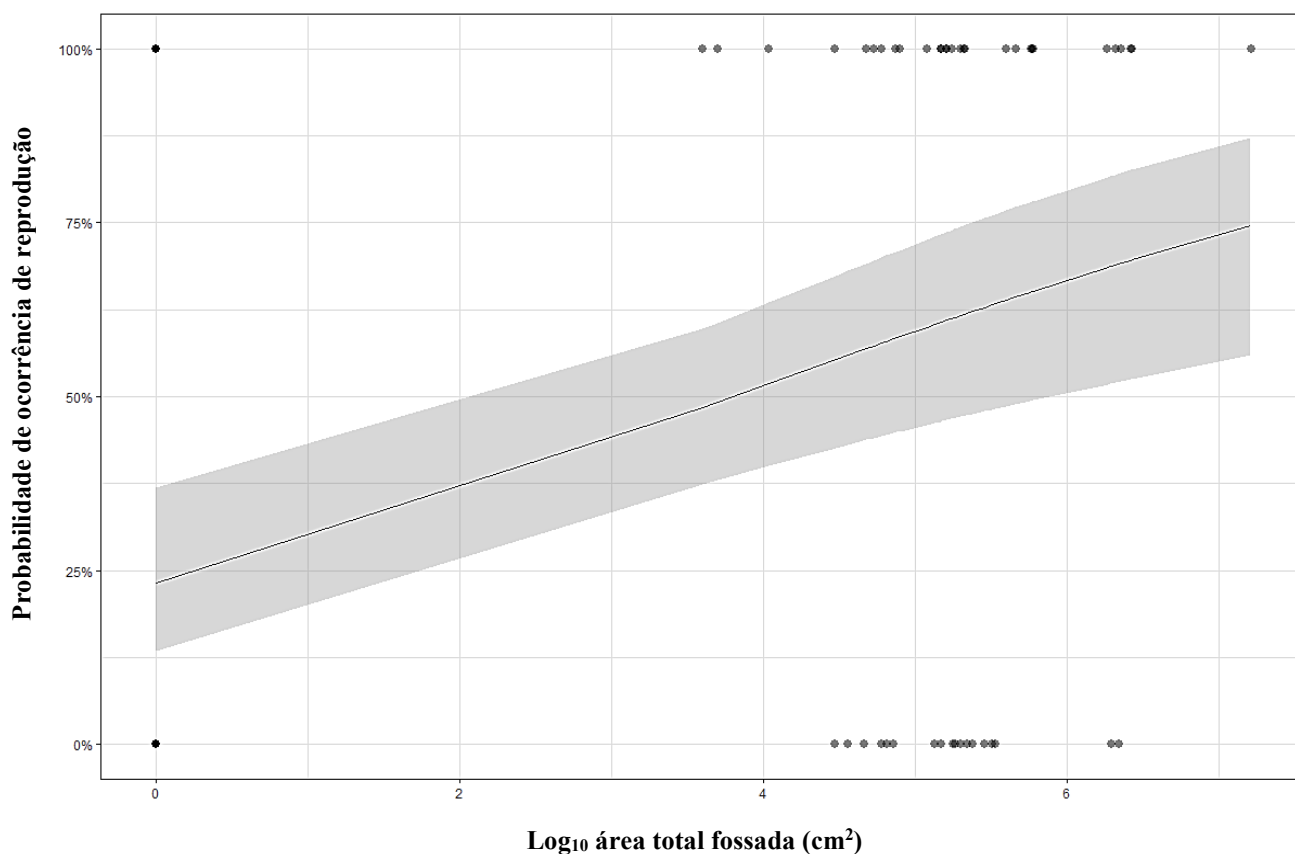


Figura A3 – Probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* consoante a variável área total fossada (cm²), de acordo com o respetivo modelo.

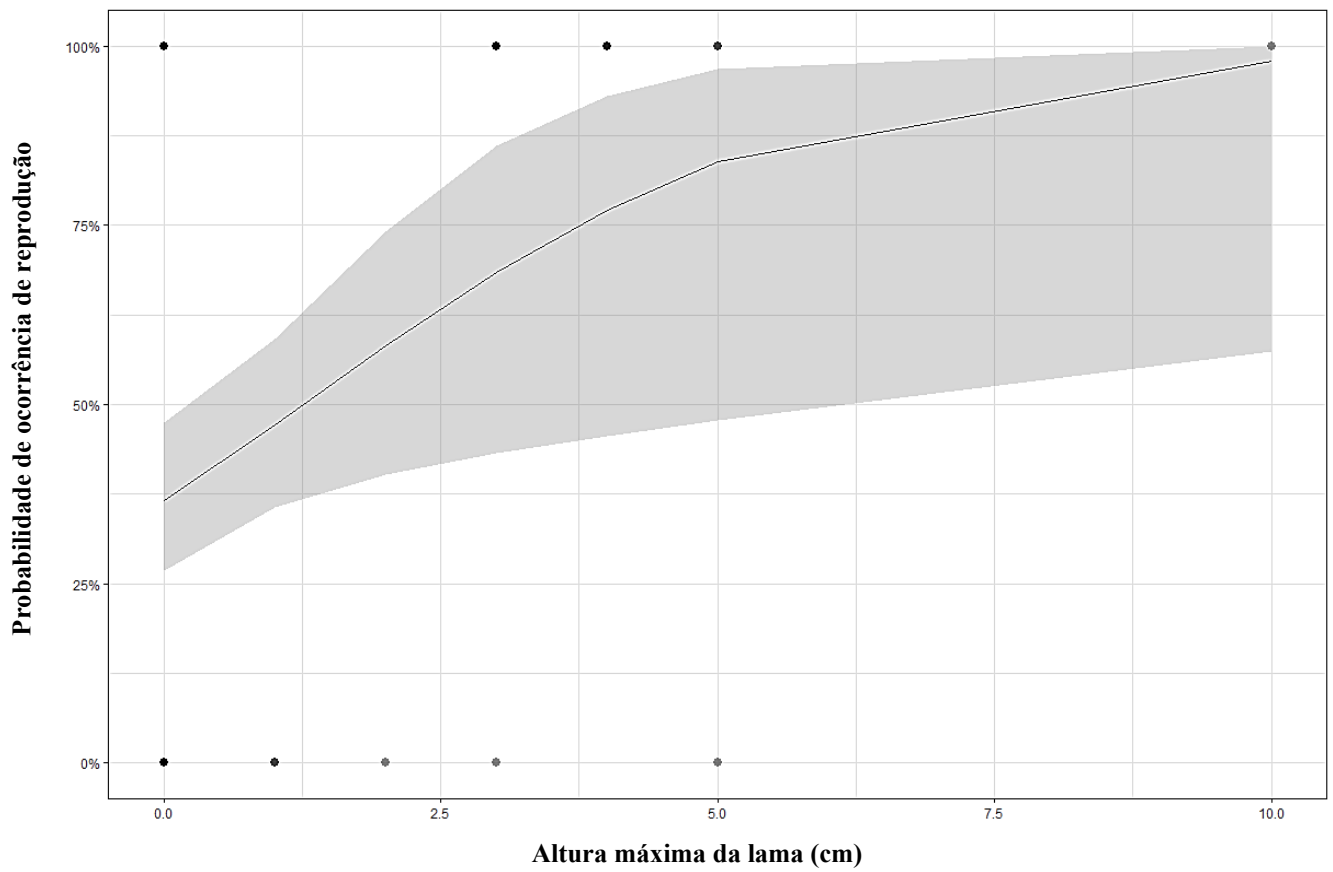


Figura A4 – Probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* consoante a variável altura máxima da lama nos charcos (cm), de acordo com o respetivo modelo.

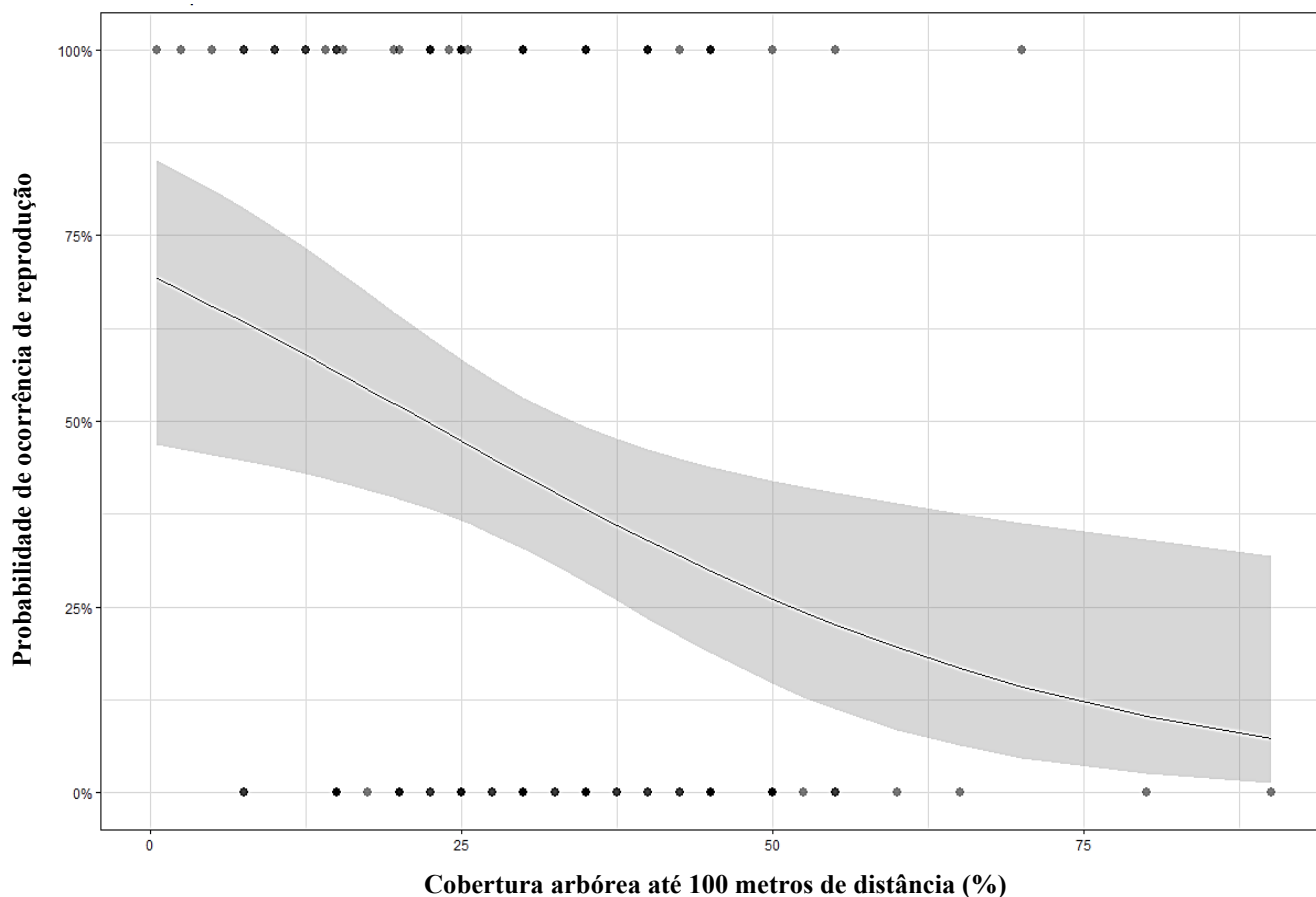


Figura A5 – Probabilidade de ocorrência de reprodução por *Discoglossus galganoi* consoante a variável cobertura arbórea até 100 metros de distância dos charcos (%), de acordo com o respetivo modelo.

Tabela A4 – GLMs com cada uma das variáveis explicativas da probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi*.

Núm.	Variáveis	Estimate	D ²	AIC	p-value
1	MARGEM	- 0.02568	0.11524	52.97	0.01860
2	EMERGE	0.03933	0.10762	53.40	0.02800
3	AREA	0.95200	0.10670	53.44	0.03200
4	PROFUN	0.13500	0.10034	53.80	0.03260
5	ARBUST100	0.03284	0.09558	54.06	0.03430
6	AREIA	- 1.81342	0.07382	55.27	0.99400
7	ARGILA	0.02011	0.06271	55.88	0.07700
8	SUBMER	0.03058	0.06086	55.98	0.09160
9	HERB10	0.01997	0.02681	57.87	0.23900
10	AREA.F	0.15190	0.02444	57.99	0.25400
11	ARBOR100	- 0.02218	0.01987	58.25	0.30500
12	LAMA	0.13710	0.01478	58.53	0.38200
13	DECLIVE	- 0.18987	0.00605	59.02	0.56600
14	TURBID	0.11340	0.00092	59.30	0.82100

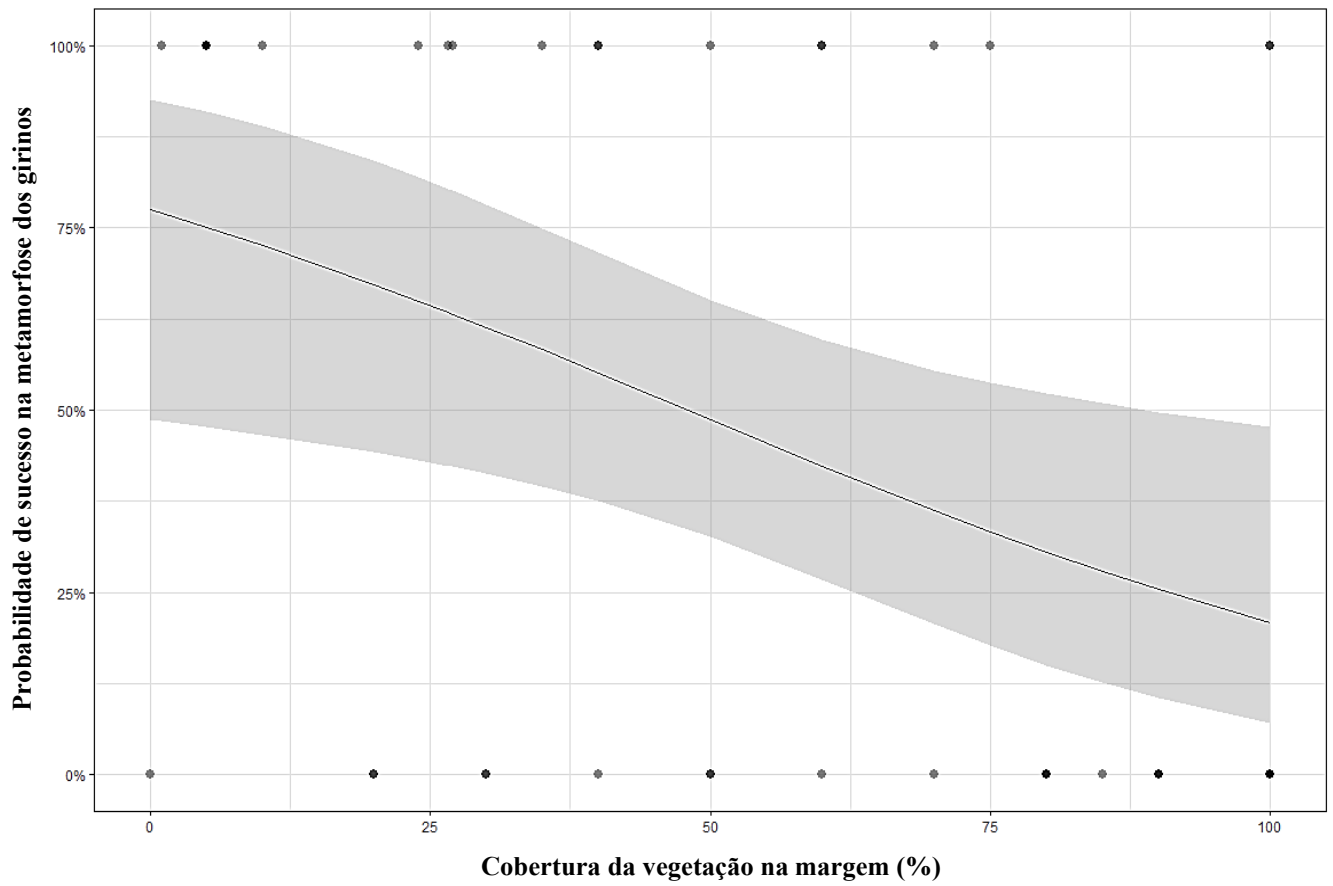


Figura A6 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável cobertura da vegetação na margem dos charcos (%), de acordo com o respetivo modelo.

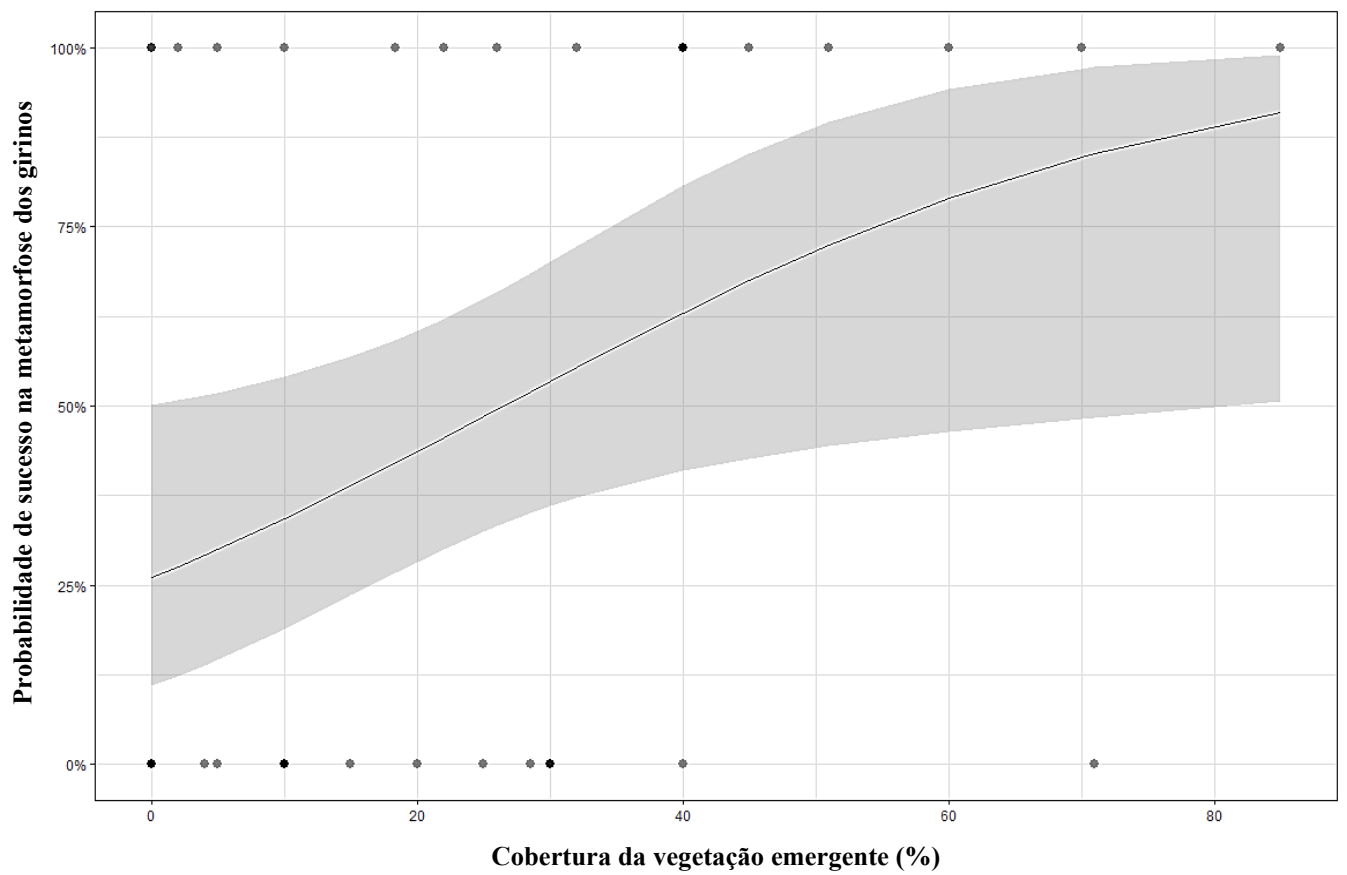


Figura A7 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável cobertura da vegetação emergente nos charcos (%), de acordo com o respetivo modelo.

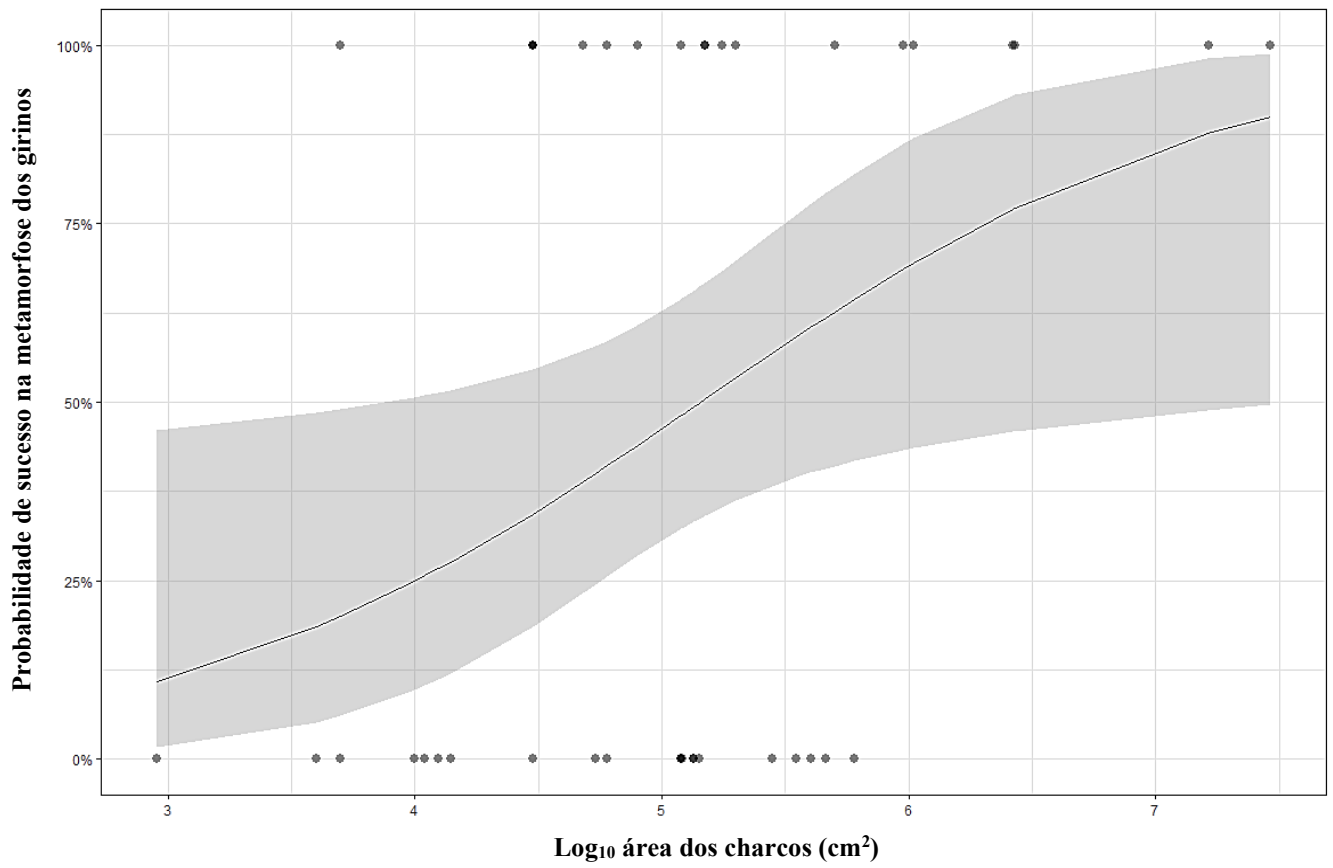


Figura A8 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável área dos charcos (cm^2), de acordo com o respetivo modelo.

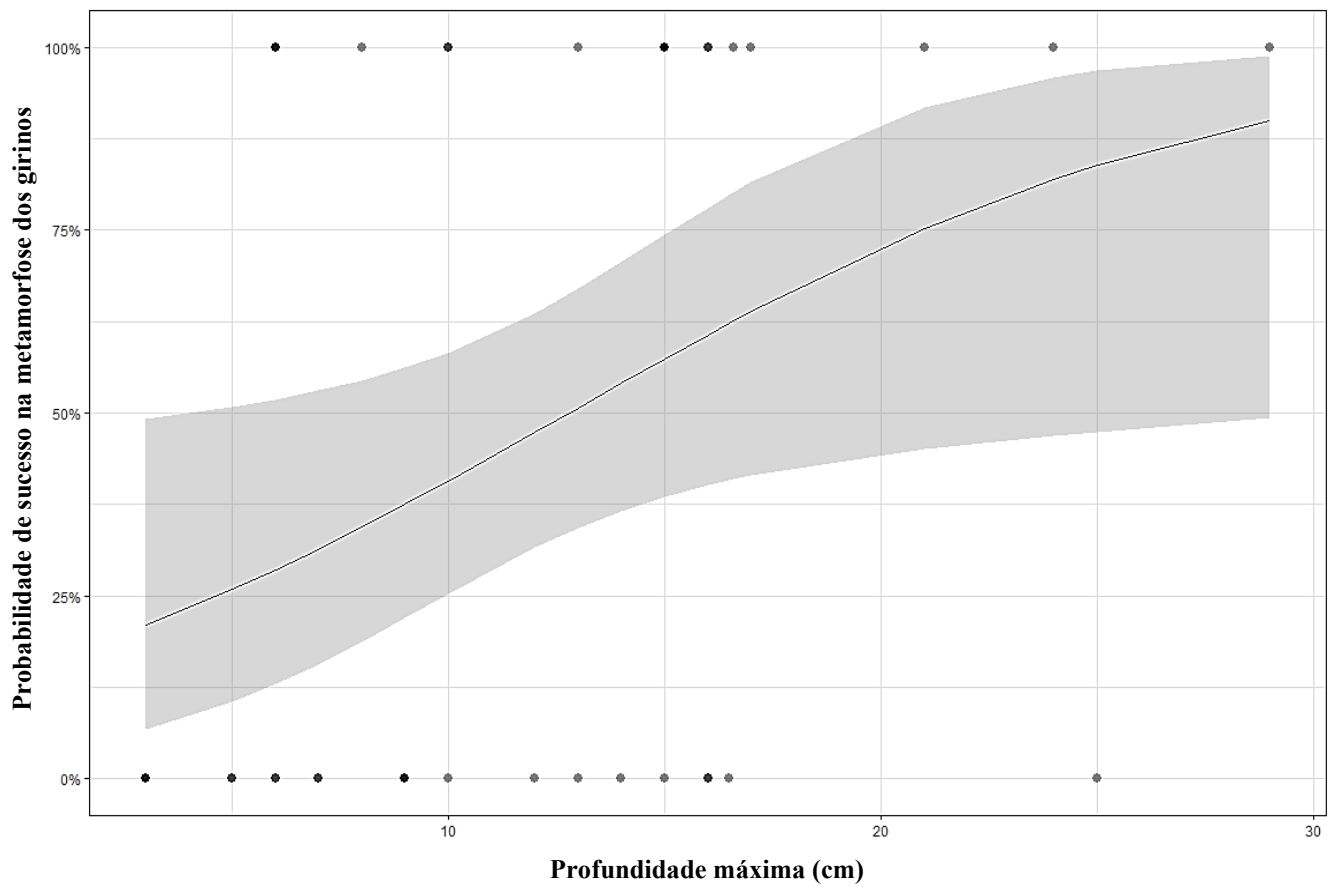


Figura A9 – Probabilidade de sucesso na metamorfose dos girinos de *Discoglossus galganoi* consoante a variável profundidade máxima dos charcos (cm), de acordo com o respetivo modelo.

Tabela A5 – Matriz de correlação de *Spearman* entre a abundância média de girinos de *Discoglossus galganoi* e as 19 variáveis explicativas (38 pontos de amostragem).

	Coefficiente correlação com LogAM
AREA	0.28
PROFUN	0.26
LAMA	0.01
TURBID	0.17
AREA.F	0.18
SUBMER	0.37
EMERGE	0.36
MARGEM	- 0.28
CASCAL	- 0.07
GRAVIL	- 0.07
AREIA	- 0.04
ARGILA	0.29
MANTA	- 0.27
DECLIVE	- 0.04
ARBOR10	- 0.13
ARBUST10	0.19
HERB10	- 0.11
ARBOR100	0.18
ARBUST100	0.19