

Universidade de Lisboa
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**ANÁLISE E MODELAÇÃO ESPACIOTEMPORAL DO MOSQUITO DE
IMPORTÂNCIA MÉDICA *CULEX PIPIENS* EM PORTUGAL CONTINENTAL**

Cátia Sofia de Sá Avelar

Dissertação orientada pelo Professor Doutor Fernando Jorge Pedro da Silva Pinto
da Rocha e pelo Doutor César Dinis Santos Capinha

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial

Aplicados ao Ordenamento

2020

Universidade de Lisboa
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**ANÁLISE E MODELAÇÃO ESPACIOTEMPORAL DO MOSQUITO DE
IMPORTÂNCIA MÉDICA *CULEX PIPIENS* EM PORTUGAL CONTINENTAL**

Cátia Sofia de Sá Avelar

Dissertação orientada pelo Professor Doutor Fernando Jorge Pedro da Silva Pinto
da Rocha e pelo Doutor César Dinis Santos Capinha

Júri:

Presidente: Professora Doutora Patrícia Catarina dos Reis Macedo Abrantes do
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Vogais:

- Professor Doutor João Viljoen de Vasconcelos da Escola Superior de Turismo e
Tecnologia do Mar do Instituto Politécnico de Leiria
- Professor Doutor Fernando Jorge Pedro da Silva Pinto da Rocha do Instituto de
Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa

Esta dissertação de mestrado está enquadrada nos projetos TRIAD (health Risk and social vulnerability to Arboviral Diseases in mainland Portugal) - Vulnerabilidade Social e Risco para a Saúde devido às doenças arbovirais em Portugal continental (PTDC/GES-OUT/30210/2017) e WARDEN (An operational early WARning system for DENgue and other arboviral diseases in Madeira Island) - Um modelo operacional de alerta precoce para dengue e outras arbovíroses na Ilha da Madeira (PTDC/SAU-PUB/30089/2017).

AGRADECIMENTOS

Eis que chega ao fim o meu longo percurso acadêmico. Dedico este espaço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esta dissertação se tornasse possível.

Em primeiro lugar, o meu mais sincero agradecimento à minha família, que sempre me apoiou em todas as fases e que tanto acreditou em mim. Por toda a paciência, tempo, apoio e compreensão. Não podiam ser melhores. É tudo por vocês.

Ao Alexandre, por toda a compreensão e por todo o incentivo, por nunca me deixar desistir. Por ser, acima de tudo, o meu melhor amigo.

Aos meus amigos e colegas por todo o vosso tempo e apoio e, principalmente, por todas as palavras que foram ditas no tempo certo.

Ao Instituto de Higiene e Medicina Tropical e em especial ao Professor Doutor César Capinha, por terem tornado este projeto possível, não só pela cedência de dados e de informação, bem como pela disponibilidade que revelaram.

Finalmente, um agradecimento muito especial ao Professor Doutor Jorge Rocha, por me motivar e por toda a disponibilidade e paciência que sempre demonstrou ter.

A vocês, obrigada por tudo!

RESUMO

Os *Culex pipiens* apresentam-se como um dos vetores mais omnipresentes em regiões temperadas e como um dos principais responsáveis pela distribuição global de doenças. Os membros deste complexo são vetores de algumas doenças humanas, tais como a filariase linfática, a febre do Nilo ocidental e a encefalite de *St. Louis*.

Nesta espécie encontram-se identificadas duas formas biológicas distintas que demonstram características fisiológicas e comportamentais diferenciadas, sendo estas a forma *pipiens* e a forma *molestus*. Tal como se pode verificar na generalidade nos estudos relativos à sua diferenciação genética conduzidos nas latitudes norte da Europa, estas formas de mosquitos do complexo *Culex pipiens* podem ser encontrados acima do solo, no caso da forma *pipiens* e em habitats exclusivamente subterrâneos, na forma *molestus*.

Portugal continental, localizado no limite ocidental da Europa, apresenta um clima mediterrânico com verões quentes e secos e invernos suaves, condições estas que são não só favoráveis à existência de ambos os biótipos, como também propicias à hibridação entre as duas formas. Esta espécie é, por sua vez, o mosquito com maior expressão territorial em Portugal, particularmente nas áreas costeiras do Norte e do centro do país.

Na presente dissertação de mestrado, procurou-se analisar a distribuição do mosquito vetor de doenças *Culex pipiens* em Portugal continental e estimar quais as variáveis que mais influenciam a presença e distribuição da espécie em estudo, compreender quais as regiões que apresentam maior probabilidade de presença da mesma e analisar quais as variáveis que incrementam a suscetibilidade ao risco de transmissão de vírus ou doenças.

Neste estudo, os fatores que revelaram maior influência na presença e distribuição da espécie foram: temperatura mínima e temperatura máxima, proximidade a corpos de água e altitude. O método de predição de presença e ausência de vetores que se revelou mais eficaz foi o método das Redes Neurais Artificiais.

Palavras-chave: *Culex pipiens*; presença; ausência; distribuição e abundância

ABSTRACT

Culex pipiens are one of the most ubiquitous vectors in temperate regions and one of the leading responsible causes for the global distribution of diseases. Members of this complex are vectors of some human diseases, such as lymphatic filariasis, West Nile fever, and St. Louis encephalitis.

It is possible to identify in this species, two distinct biological forms that demonstrate different physiological and behavioral characteristics, the *pipiens* and the *molestus* forms. According to most studies about their genetic differentiation conducted in northern European latitudes, these forms of *Culex pipiens* mosquitoes can be found above ground in the form of *pipiens* and in exclusively underground habitats in the *molestus* form.

Continental Portugal, located on the western edge of Europe, has a Mediterranean climate with a hot and dry summers and mild winters, conditions that are not only favorable to the existence of both *Culex pipiens* biological forms, but also conducive to hybridization between the two forms. This species is, in turn, the most territorial mosquito in Portugal, particularly in the northern and central coastal areas.

This dissertation aimed to analyze the distribution of the *Culex pipiens* disease mosquito vector in mainland Portugal and to estimate which variables most influence the presence and distribution of the species under study, understand which regions are the most likely to show presence of the species and analyze the variables that increase susceptibility to the risk of transmission of viruses or diseases.

In the current study, the factors that reveal the greatest influence on the presence and distribution of the species were minimum and maximum temperature, proximity to water bodies and altitude. The most effective method for predicting presence and absence of vectors was Artificial Neural Networks.

Keywords: *Culex pipiens*; presence; absence; distribution and abundance

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. O MOSQUITO <i>CULEX PIFIENS</i>	3
2.1. Considerações gerais	3
2.2. Fatores bióticos e abióticos	5
2.3. Ciclo de desenvolvimento	6
2.4. <i>Culex pipiens</i> em Portugal continental.....	7
2.5. Vírus transmitidos por artrópodes	8
2.5. Vírus transmitidos pelo mosquito <i>Culex pipiens</i>	9
3. DADOS E MÉTODOS	12
3.1. Dados de abundância e distribuição da espécie em Portugal Continental	12
3.2. Variáveis bioclimáticas	13
3.2.1. Temperaturas médias.....	14
3.2.2. Precipitação positiva.....	15
3.3. Métodos estatísticos de informação	16
3.3.1. Análise <i>fuzzy</i>	16
3.3.2. <i>Extract Multi Values to Points</i>	17
3.3.3. Redes neuronais artificiais.....	17
3.4.4. Máxima Entropia	18
3.4.5. SVM - <i>Support vector Machines</i>	19
4. RESULTADOS.....	21
4.1. Resultados relativos a dados de presença-ausência de <i>Culex pipiens</i>	21
4.2. Resultados relativos a dados de presença e distribuição de <i>Culex pipiens</i>	23

4.3. Resultados relativos à análise <i>fuzzy</i> das variáveis selecionadas.....	27
4.3.1. Temperatura média do mês mais quente do ano.....	27
4.3.2. Temperatura média do mês mais frio do ano	28
4.3.3. Precipitação positiva.....	29
4.4. Resultados relativos à análise <i>fuzzy</i> da informação das armadilhas CDC.....	30
4.5. Resultados relativos à análise <i>fuzzy</i> da informação das armadilhas IR.....	33
4.6. Resultados relativos à análise das Redes Neurais Artificiais.....	37
4.7. Resultados relativos à análise da Entropia Máxima.....	40
4.8. Resultados relativos à análise SVM - <i>Support vector Machines</i>	43
5. CONCLUSÕES	47
BIBLIOGRAFIA	49
ANEXOS	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura média do mês mais quente e do mês mais frio do ano 1960-1990	14
Figura 2 - Precipitação positiva 1960-1990	15
Figura 3 - Presenças e ausências de <i>Culex pipiens</i> em Portugal continental.....	21
Figura 4 - Expressão espacial dos registos dos mosquitos <i>Culex pipiens</i> Error! Bookmark not defined.	
Figura 5 - Locais de colheitas com presença de <i>Culex pipiens</i>	24
Figura 6 - Altitudes das colheitas que afirmaram a presença de <i>Culex pipiens</i>	25
Figura 7 - Distribuição por distritos das colheitas que confirmaram a presença de <i>Culex pipiens</i>	27
Figura 8 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais quente do ano.....	28
Figura 9 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais frio do ano	29
Figura 10 - Análise fuzzy da precipitação positiva.....	30
Figura 11 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais quente do ano - dados CDC...	31
Figura 12 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais frio do ano - dados CDC.....	32
Figura 13 - Análise fuzzy da precipitação positiva - dados CDC.....	33
Figura 14 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais quente do ano - dados IR.....	34
Figura 15 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais frio do ano - dados IR.....	35
Figura 16 -Análise fuzzy da precipitação positiva para todos os anos - dados IR.....	36
Figura 17 - Análise fuzzy redes neuronais artificiais.....	37
Figura 18 – Curva ROC do teste interno	38
Figura 19 - Curva ROC do teste externo	39
Figura 20 - Análise fuzzy entropia máxima.....	41
Figura 21 - Curva ROC do teste interno	41

Figura 22 - Curva ROC do teste externo	42
Figura 23 - Análise fuzzy SVM.....	44
Figura 24 - Curva ROC do teste interno	44
Figura 25 - Curva ROC do teste externo	45

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Teste interno versus externo	38
Quadro 2 – Presença predita versus ausência predita para o teste interno.....	39
Quadro 3 - Presença predita versus ausência predita para o teste externo.....	39
Quadro 4 - Teste interno versus externo	41
Quadro 5 - Presença predita versus ausência predita para o teste interno	42
Quadro 6 - Presença predita versus ausência predita para o teste externo.....	42
Quadro 7 - Teste interno versus externo	44
Quadro 8 - Presença predita versus ausência predita para o teste interno	45
Quadro 9 - Presença predita versus ausência predita para o teste externo.....	45

1. INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado tem como tema a análise e modelação espaciotemporal do mosquito de importância médica *Culex pipiens* em Portugal continental. O principal objetivo deste projeto é analisar a distribuição do mosquito vetor de doenças *Culex pipiens* em Portugal continental e, como objetivos específicos, podem ser apresentados os seguintes: estimar quais as variáveis que mais influenciam a presença e distribuição da espécie em estudo; compreender quais as regiões que apresentam maior probabilidade de presença da mesma; analisar quais as variáveis que incrementam a suscetibilidade ao risco de transmissão de vírus ou doenças.

Tendo sido apresentado o tema deste projeto, bem como definidos os seus objetivos, indica-se de seguida a sua estruturação. Assim, no capítulo 2 é realizado todo o enquadramento teórico relativo ao mosquito *Culex pipiens*, onde são apresentadas as duas formas biológicas da espécie, bem como todas as suas características morfológicas e comportamentais, as suas condições bióticas e abióticas e, ainda, as doenças ou vírus transmissíveis por este vetor.

O capítulo 3 revela todos os dados que foram utilizados na realização desta dissertação, as suas fontes e as suas utilizações, bem como todos os métodos e técnicas que foram abordados para o seu desenvolvimento. O *software* utilizado para tratamento e análise de dados é também apresentado.

Todos os resultados que foram alcançados com recurso às técnicas de tratamento e modelação de informação mencionados no capítulo 3, encontram-se descritos no capítulo 4.

Como último capítulo, foi desenvolvido o capítulo 5, que apresenta todas as conclusões relevantes obtidas nos capítulos anteriores.

É ainda importante mencionar que toda a cartografia utilizada ou desenvolvida foi projetada ou criada no sistema de coordenadas WGS84 e que as soluções de *software* utilizadas foram o *ArcGIS* e o *openModeller*.

2. O MOSQUITO *CULEX PIFIENS*

2.1. Considerações gerais

Os *Culex pipiens* são mosquitos pertencentes à família *Culicidae*, à qual pertencem cerca de 550 espécies de maioria tropical ou subtropical (Organisation Mondial de la Santé (OMS), 1999), e que representam uma elevada importância médica e veterinária como sanguessugas e vetores ativos de doenças (Vinogradova, 2000). Estes mosquitos apresentam-se como alguns dos vetores mais omnipresentes e abundantes em regiões temperadas (Amraoui, Tijane, Sarih, & Failloux, 2012), e ainda como alguns dos principais responsáveis pela distribuição global de doenças (Gomes et al., 2012).

Culex pipiens trata-se da espécie do mosquito vetor de doenças com representação em estudo e pertence à subfamília *Culicinae*. Este mosquito é apresentado por duas formas ou biótipos distintos: a forma de *pipiens* indicada e a forma *molestus*, esta última também conhecida como mosquito urbano. Estas duas formas são morfologicamente indistinguíveis, diferindo apenas em fisiologia e em comportamento (Amraoui, Tijane, Sarih, & Failloux, 2012).

A forma *molestus* descrita como espécie distinta, foi inicialmente detetada no Egipto, em 1775. Na Europa, foi encontrada a partir da década de 1920 em Londres (Vinogradova, Shaikevich, & Ivanitsky, 2007). Atualmente pode ser encontrada em várias cidades a nível mundial. Nas zonas temperadas, este mosquito pode-se desenvolver ao longo do ano apenas em locais subterrâneos inundados por águas poluídas, ou seja, nos porões de casas, túneis subterrâneos, etc. (Vinogradova, 2000).

Devido ao facto de o mosquito *Culex pipiens pipiens* ser a forma indicada e ter sido a primeira a ser descoberta, são apontadas duas hipóteses como sendo as responsáveis pela origem da forma *molestus*: uma é que esta forma possa ser polifilética, isto é, que possa ter adquirido características de diferentes grupos de espécies. Neste caso, pondera-se a possibilidade desta forma ter derivado de *pipiens*, através de múltiplas adaptações independentes; a outra hipótese considera que o mosquito *molestus* se trata de um organismo evolutivo independente da forma de *pipiens*. e que se terá desenvolvido nos habitats subterrâneos do norte (Gomes et al., 2015).

Culex pipiens forma *pipiens* é heterodinâmico, o que significa que é submetido a diapausa, ou repouso temporário, durante o inverno. Por apenas colocar ovos após uma refeição de sangue é considerado anautógeno e é ainda eurigamo pelo facto de se demonstrar incapaz de acasalar em espaços confinados (Amraoui et al., 2012), desenvolvendo-se geralmente em ambientes acima do solo. A sua reprodução ocorre em variados locais com proximidade à água, tais como:

lagoas, poças, corpos de água quer sejam poluídos ou não poluídos, em áreas urbanas ou em áreas rurais (Becker, Jöst, & Weitzel, 2012). Por fim pode ser descrito como ornitófilo por ter preferência em alimentar-se predominantemente em aves (Harbach, Harrison, & Gad, 1984).

De forma contrastante, *Culex pipiens* forma *molestus* não realiza diapausa, permanecendo ativo durante o inverno e sendo, por isso, considerado homodinâmico. Este mosquito é autógeno, sendo possível ovipositar sem refeição de sangue, e é estenógamo revelando-se apto para acasalar em espaços confinados. (Amraoui et al., 2012). As fêmeas *molestus* são predominantes em áreas urbanas, com alguma densidade populacional, e optam por reproduzir-se em corpos de água subterrâneos com alto conteúdo orgânico, tais como: esgotos, estações de águas residuais e caves escuras e húmidas. Mesmo durante o inverno, as condições eutróficas destes locais permitem a sua reprodução, pois os mosquitos encontram aí excesso de nutrientes. Devido ao isolamento, as áreas subterrâneas caracterizam-se ainda pela sua temperatura relativamente constante e quente (Becker et al., 2012). Por último pode ser traçado como endofílico devido à sua preferência por se alimentar de mamíferos, incluindo humanos (Harbach et al., 1984).

Nas latitudes do norte da Europa, as formas biológicas em estudo encontram-se fisicamente separadas. Isto é, a forma *pipiens* pode ser encontrada acima do solo, enquanto a forma *molestus* ocupa exclusivamente habitats subterrâneos. Distintamente, em países de latitude mais baixa, como Portugal, a presença de ambos os mosquitos pode ocorrer no mesmo espaço geográfico, circunstância que é denominada como ocorrência simpátrica. Esta disposição está relacionada às condições climáticas mais quentes do sul e promove a hibridação entre as duas formas de *pipiens*, que consiste no acasalamento entre ambas (Gomes et al., 2012). Este cruzamento apresenta maior destaque em populações urbanas do que rurais (Huang, Molaei, & Andreadis, 2008).

Como consequência da hibridação introgressiva (ou introgressão genética), podem registar-se probabilidades mais elevadas de existência de mosquitos *Culex pipiens* com aptidão para serem vetores-ponte entre aves e humanos, visto que os híbridos são caracterizados por apresentarem uma picada oportunista, o que significa que se podem alimentar facilmente de ambos os hospedeiros, apresentando até, em alguns casos, uma preferência mais elevada em mamíferos (Huang et al., 2008). Por esta razão, a forma cruzada de ambas as formas demonstra uma elevada importância a nível epidémico (Amraoui et al., 2012). Apesar da sua presença já ter sido registada em vários locais do mundo, estudos de cruzamento entre as duas formas

biológicas em gaiolas indicam que a capacidade de reprodução e o tempo de sobrevivência dos híbridos são consideravelmente reduzidos (Vinogradova et al., 2007).

2.2. Fatores bióticos e abióticos

Nesta sequência, é importante mencionar que os principais fatores que influenciam a presença e distribuição de mosquitos vetores bem como a sua interação com hospedeiros de doenças são as condições ambientais, em especial a temperatura e a precipitação (Calzolari et al., 2010). Segundo Capinha (2009), os fatores que condicionam a presença e abundância de mosquitos, e que podem ser responsáveis por valores muito divergentes, mesmo entre áreas vizinhas, podem ser considerados os seguintes: o tipo de hospedeiro presente; a existência, ou não, de medidas antiparasitárias; e o grau de isolamento ao exterior dos espaços visitados. No caso dos mosquitos *Culex pipiens*, alguns modelos de adequação do habitat dos mesmos, indicaram especificamente a precipitação e a temperatura, mas também a vegetação e principalmente a densidade populacional humana como os principais fatores da sua distribuição. Áreas de elevada densidade populacional são favoráveis à adequabilidade destes mosquitos por diversos motivos: por serem hospedeiros de vírus e doenças, pelo facto das suas habitações fornecerem áreas de abrigo ou de descanso e por, em meios rurais, as suas atividades criarem um ambiente favorável para a criação e desenvolvimento de outros hospedeiros não-humanos. A título de exemplo pode ser referida a área urbana do Cairo, no Egipto, na qual cerca de 94% dos locais de reprodução foram registados em áreas de favelas, descritas como apresentando construções incompletas, estradas desorganizadas e elevadas taxas de densidade populacional (Conley et al., 2014).

Estima-se que aproximadamente três quartos das infeções ou vírus humanos emergentes sejam transmitidos por agentes patogénicos zoóticos, isto é, que sejam transferidos dos animais para os humanos. Essas doenças podem ter graves consequências a nível de saúde, envolvendo elevadas taxas de mortalidade, altos níveis de incidência, ou ambos. Para enfermidades que possam ser transmitidas diretamente, como pelo ar, a sua transmissão é proporcional à taxa de contacto entre animais infetados e o número de seres humanos suscetíveis. Já no caso do tema em estudo, no qual as doenças são transmitidas por vetores, as preferências de alimentação dos mesmos têm o principal papel no que à intensidade de propagação diz respeito (Kilpatrick, Kramer, Jones, Marra, & Daszak, 2006).

No que a vírus diz respeito, considera-se que a sua propagação seja influenciada principalmente pelos seguintes agentes: competência vetorial de um mosquito contaminado, que depende da

sua capacidade em transmitir a doença, visto que nem todos se caracterizam como vetores; competência do hospedeiro, ou seja, se existe a probabilidade de este, estando infectado, transmitir a doença para outro hospedeiro ou vetor, sendo picado num espaço de 7 dias após a infecção; por último, a difusão de um vírus pode depender ainda de fatores abióticos, como a temperatura e a precipitação pluviométrica. Para além das considerações expostas, deve ainda ser assimilado que nem todos os vertebrados são competentes ou apresentam suscetibilidade para todos os vírus transmissíveis (Muñoz et al., 2012). Em adição, pode ainda ser referido que estudos indicam que a forma *pipiens* se torna propensa à infecção pelo vírus do Nilo Ocidental a uma temperatura de 25 graus celsius, o que se torna um exemplo de condicionante à suscetibilidade (Leggewie et al., 2016). Inerente ainda à relação com a temperatura, encontra-se a migração de aves, que desempenham um papel fundamental na propagação de vírus (Calzolari et al., 2010). Estudos revelaram que, na Europa, elevadas taxas de infecção foram sinalizadas em aves migratórias, tendo esse evento sido apontado como uma possível causa de introdução do vírus, alertando ainda para a necessidade de criar e manter sistemas de vigilância ativos nas principais rotas de aves migratórias (Gomes, Kioulos, et al., 2013).

2.3. Ciclo de desenvolvimento

A fêmea adulta alimenta-se durante toda a noite, tanto no interior como no exterior. Durante o dia, os mosquitos são inativos e tendem a procurar abrigo em locais escuros para descansar (Organisation Mondial de la Santé (OMS), 1999).

Após se alimentarem de sangue, as fêmeas procuram áreas favoráveis à postura dos ovos, normalmente onde exista presença de água, desde pequenos recipientes até grandes e permanentes corpos aquáticos. Nesses locais, as fêmeas depositam conjuntos de ovos à superfície da água, comumente conhecidos como jangadas. As jangadas incluem geralmente cem ou mais ovos, e flutuam até à incubação dos mesmos, cujo prazo é entre 2 a 3 dias (Organisation Mondial de la Santé (OMS), 1999).

Quando os ovos são depositados, a fêmea volta para se alimentar novamente e repetir todo o ciclo, que ocorre periodicamente durante a sua existência. Para esta espécie, distinguem-se quatro fases de desenvolvimento: o ovo, a larva, a pupa e o adulto. Em condições favoráveis, as quatro fases têm uma duração entre 7 a 13 dias (Direção geral de Saúde).

Após a eclosão, cujo evento sucede, em média, 2 a 3 dias após se alimentarem de sangue, surge a fase larva dos mosquitos. Nesta fase, a espécie apresenta um tórax mais largo do que a cabeça e do que o abdómen, não possuindo, por sua vez, apêndices locomotores (Martins, 2008).

Tal como as larvas, as pupas são formas aquáticas, distinguindo-se pelo seu formato de “vírgula”. Nesta fase, a espécie apresenta um cefalotórax, que anatomicamente se trata da fusão entre a cabeça e o tórax, salientando ainda um par de trompetas respiratórias na sua região dorsal (Martins, 2008).

O mosquito adulto de *Culex pipiens* surge das pupas e caracteriza-se pelo seu corpo alongado, dividido em cabeça, tórax e abdómen. A cabeça apresenta dois olhos e um par de antenas e, ainda, um aparelho bucal prolongado, do tipo picador-sugador, denominado probóscide, que tem as funções de perfuração e sucção dos vasos sanguíneos de animais vertebrados. Relativamente ao tórax, o mesmo é constituído pelo protórax, mesotórax e metatórax, sendo que, cada um destes, apresenta um par de patas. Já o abdómen, é composto por 10 segmentos, dois dos quais revelam funções a nível reprodutor (Martins, 2008). Apesar de as duas formas existentes serem morfológicamente indistinguíveis, o mosquito *Culex pipiens* pode ser identificado através do seu braço ventral, que apresenta o formato de uma foice, sendo curto e estreito, e pelos seus braços dorsais divergente e uniformemente espessos (Becker et al., 2012).

2.4. *Culex pipiens* em Portugal continental

Culex pipiens é identificado como o mosquito mais amplamente distribuído e abundante em Portugal, introduzindo-se como o mosquito predominante nas áreas costeiras do norte e centro, com uma taxa de 60 a 80% dos mosquitos recolhidos, e encontrando-se presente em todos os 18 distritos do país (Gomes et al., 2012).

Encontrando-se localizado no extremo mais ocidental da Europa, o território continental apresenta um clima mediterrânico com invernos suaves e verões quentes e secos, condições que podem favorecer a existência simultânea das duas formas e, conseqüentemente, a hibridação entre ambas. A espécie em estudo ocorre durante todo o ano, descrevendo-se, porém, com uma dinâmica sazonal, na qual a sua presença apresenta densidades crescentes entre abril e maio, atingindo um pico em julho e diminuindo novamente após outubro/novembro (Gomes et al., 2012).

Alguns estudos indicam que, na região de Comporta em Portugal, a forma *molestus* foi considerada como predominante em amostras obtidas por coleções de descanso *indoor*,

enquanto a forma de *pipiens* prevaleceu em coleções ao ar livre realizadas por armadilhas de luz CDC (Gomes, Kioulos, et al., 2013).

A região da Comporta trata-se de uma área estuarina no centro-sul de Portugal, descrita como uma planície húmida, apresentando uma altitude inferior a 60 metros, e que inclui um ecossistema agrícola seminatural e uma paisagem protegida: a reserva nacional do estuário do Sado. Esta área caracteriza-se pelo seu clima temperado quente, com verões quentes e invernos suaves. Estima-se que a Comporta abrigue mais de 240 espécies de aves, incluindo aves migratórias que, interagindo com o mosquito *Culex pipiens*, possam estabelecer um ciclo enzoótico de diversos vírus ou doenças. Um estudo realizado em 2005 e 2006 indica que as taxas de hibridização entre *pipiens* e *molestus* rondavam valores entre os 7 e os 10% nesta região (Gomes, Sousa, et al., 2013).

Na Comporta, alguns fatores menos ponderados geralmente foram considerados como influentes na distribuição heterogénea dos mosquitos, tais como: o tipo de materiais de construção de abrigos de animais e a disponibilidade e exploração do local de reprodução (Gomes, Sousa, et al., 2013). Estas observações contribuem para enfatizar novamente a condicionalidade da distribuição de espécies.

2.5. Vírus transmitidos por artrópodes

As doenças ou vírus que são transmitidos por artrópodes, como mosquitos, denominam-se como arbovírus. De modo geral, os arbovírus são hospedados por animais e apenas ocasionalmente são transmitidos aos seres humanos. No ciclo de transmissão, podem ser considerados três diferentes tipos de agentes: o vetor, que se trata do responsável direto pela transmissão de um vírus a um hospedeiro, e que pode ser exemplificado com o mosquito *Culex pipiens*; o hospedeiro de amplificação, no qual os agentes infecciosos se multiplicam rapidamente, fornecendo uma importante fonte de infeção para vetores, mas sem capacidade de transmissão direta do vírus, e que pode ser retratado por uma ave migratória; e o hospedeiro acidental, que se trata de um organismo que abriga e fornece alimento a um vetor, mas que não se caracteriza por ser o hospedeiro preferido do mesmo, como um ser humano, por exemplo (Gomes et al., 2012). Assim, o ciclo de transmissão é, geralmente, o seguinte: mosquito-ave-mosquito-humano (Direção geral de Saúde). As principais doenças transmitidas que se encontram relacionadas à espécie em estudo, *Culex pipiens*, são as seguintes mencionadas: filariose linfática, encefalite japonesa, meningite, entre outras (Organisation Mondial de la Santé (OMS), 1999). Esta espécie foi indicada como sendo o vetor primário da transmissão do

vírus do Nilo ocidental (VNO), ou *West Nile Virus* (WNV) como é mais conhecido (Huang et al., 2008). Em Portugal as incidências de infeções por este vírus sugerem um baixo nível de transmissão do mesmo (Gomes et al., 2012).

De forma a prever e prevenir possíveis epidemias humanas, é necessário entender os fatores que determinam a intensidade e a distribuição da transmissão de vírus (Kilpatrick et al., 2006) e, conseqüentemente, desenvolver e aplicar medidas que tenham a capacidade de condicionar essa transmissão. A zoonofilia consiste num conjunto de medidas que são criadas com o objetivo de proteger os humanos contra picadas de mosquitos, reduzindo a exposição dos indivíduos a insetos vetores, e levando-os a alimentarem-se de animais, o que resulta conseqüentemente numa menor taxa de transmissão de vírus. Como principais exemplos de medidas de zoonofilia, podem ser indicadas a redistribuição de rebanhos de gados e a introdução de animais domésticos. Neste contexto, se o gado for distribuído entre áreas habitadas e locais de reprodução ou de repouso de mosquitos, serão os animais que os insetos picarão. A diferença de agressividade e quantidade de picadas encontradas na mesma área, também podem ser explicadas pela presença ou ausência de animais domésticos (Organisation Mondial de la Santé (OMS), 1999).

2.5. Vírus transmitidos pelo mosquito *Culex pipiens*

O vírus do Nilo ocidental foi identificado pela primeira vez em 1937, na República do Uganda, a oeste do rio Nilo, o que motivou a sua designação. Este vírus encontra-se presente em grande parte da África, Ásia e Europa (Marques, 2014). Este vírus ganhou uma maior notoriedade a partir da década de 1990, durante a qual numerosos surtos foram identificados em países como a Roménia, a Rússia e Israel, o que resultou no desenvolvimento de doenças neurológicas graves em centenas de pessoas, principalmente encefalite e meningite (Petersen & Marfin, 2002). Segundo Gomes et al., (2012), a incidência de VNO em Portugal permanece relativamente desconhecida sendo que alguns estudos sugerem um baixo nível de transmissão da doença.

O vírus em questão pertence ao serocomplexo do vírus da encefalite japonesa, que inclui vários outros vírus com importância médica, associados à encefalite humana, tais como: a própria encefalite japonesa, a encefalite de *Saint Louis* e a encefalite de *Murray Valley* (Petersen & Marfin, 2002).

O vírus do Nilo ocidental é relatado como apresentando uma súbita manifestação febril, frequentemente acompanhada por sintomas como mal-estar, náuseas, vômitos, dor de cabeça, erupção cutânea, entre outros, com uma duração aproximada entre 3 a 6 dias. Nos anos de 1999 e 2000, inquéritos realizados em Nova Iorque revelaram que 1 em cada 150 infecções deste vírus, desenvolveram meningite, encefalite ou ambos (Petersen & Marfin, 2002).

Os maiores fatores de risco desta doença, que prognosticam os casos fatais, são o desenvolvimento de meningite ou encefalite, principalmente quando fraqueza muscular severa e mudanças/perdas ao nível da consciência também se fazem notar. No entanto, algumas condições preexistentes e independentes dos sintomas da doença, são também fatores de risco, como por exemplo: idade igual ou superior a 70 anos, diabetes ou imunossupressão (Petersen & Marfin, 2002).

3. DADOS E MÉTODOS

3.1. Dados de abundância e distribuição da espécie em Portugal Continental

Com o objetivo de realizar um estudo relativo à abundância e distribuição da espécie de *Culex pipiens* em Portugal Continental, foram realizados levantamentos por especialistas do Instituto de Higiene e Medicina Tropical (IHMT). Os dados disponibilizados pelo IHMT continham informação recolhida em diversas localidades de Portugal Continental nos anos de 2001 a 2008.

Os dados em questão foram recolhidos com recurso a dois métodos diferentes, sendo eles: CDC e IR. O método CDC - *Centers for Disease Control and Prevention* – refere-se a armadilhas de repouso (Panella, Kent Crockett, Biggerstaff, & Komar, 2011), que se tratam de armadilhas portáteis que geram luz, atraindo mosquitos adultos. Em alguns casos, é ainda utilizada uma fonte de dióxido de carbono (CO₂), que simula os gases respiratórios exalados por aves ou mamíferos, atraindo também mosquitos para a armadilha. Assim, os mosquitos são atraídos para o topo da armadilha e forçados a entrar numa rede que se encontra numa posição inferior, de onde não se conseguem libertar (Kline, 2006). O método IR – *Infrared Lights* – consiste na utilização de luzes infravermelhas para atrair mosquitos. Apesar de a luz infravermelha não ser visível para os humanos, o mesmo não se aplica aos mosquitos, visto que a luz e o calor resultantes deste método dão indicações a um vetor sugador de sangue, de que existem hospedeiros nas proximidades. As emissões infravermelhas também são refletidas em corpos de água, para que os mosquitos possam reconhecer abrigos para as suas larvas e potenciais áreas de reprodução (Bentley, Kaufman, Kline, & Hogsette, 2009).

A informação disponibilizada apresentava, para o método CDC, dados para os anos de 2001 a 2005 e, ainda, para o ano de 2007. Neste caso, existem 245 registos de verificações de armadilhas distribuídas pelo país, realizadas essencialmente entre os meses de junho e outubro, sendo que cada um dos registos identifica, através das coordenadas geográficas, a armadilha consultada. Para cada um dos pontos de recolha de mosquitos, o IHMT indicou o número total de mosquitos capturados e, se aplicável, quantos desses mosquitos se tratavam de *Culex pipiens*. Através dessa informação foi possível perceber que, durante os 6 anos referidos, foram recolhidos 32669 mosquitos, dos quais 11691 foram avaliados como pertencendo à espécie em estudo, o que indica que aproximadamente 36% dos mosquitos capturados em armadilhas CDC são *Culex pipiens* (ver anexo).

No que à informação do método IR diz respeito, foram realizadas 430 verificações, entre os meses de julho e outubro, cujos registos remetem aos anos de 2001 a 2004 e, ainda, ao ano de

2008. Através da utilização destas luzes infravermelhas foram capturados 9249 mosquitos, valor relativamente inferior quando comparado ao número de mosquitos recolhidos através do método CDC, principalmente quando verificando que as validações das armadilhas foram superiores no método IR. Dos 9249 mosquitos mencionados, 2423 tratavam-se de *Culex pipiens*, correspondendo a aproximadamente 26% do total de mosquitos (ver anexo 2).

Através do conjunto de dados de ambos os métodos, foram representadas cartograficamente as presenças-ausências registadas em Portugal continental, de forma a tentar compreender a distribuição espacial do mosquito em estudo, e a sua expressão no território. Com estes objetivos, foram criados dois mapas de presença-ausência: o primeiro apresenta apenas duas classificações, sendo elas 1 ou 0, ou presença ou ausência, respetivamente, dependendo se nos registos de mosquitos recolhidos foram, ou não, encontrados *Culex pipiens*; o segundo mapa explora a expressão espacial dos registos dos mosquitos, através de 6 classes de valores, que se encontram representadas com símbolos de dimensão crescente, conforme o número de *Culex pipiens* registados. Essas classes são as seguintes: 0; 1-5; 6-15; 16-50; 51-200; 201-2063.

Os dados de abundância continham ainda mais informação que também foi analisada, como a altitude onde as armadilhas se encontravam e os tipos de locais onde as recolhas foram realizadas.

3.2. Variáveis bioclimáticas

Dado que uma das questões mais fortemente correlacionadas à eficaz modelação de potenciais habitats é a seleção de variáveis com maior capacidade preditiva e com maior influência na distribuição da espécie em estudo (Capinha, 2009), a eleição das variáveis independentes para este trabalho foi realizada de acordo com algumas das condições de adequabilidade que se sabia existirem relativamente ao mosquito *Culex pipiens*, de forma a que os dados fossem facilmente incorporados no processo de modelação espacial.

As variáveis foram selecionadas com recurso a informação bioclimatológica disponibilizada pelo Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa, com dados relativos ao período compreendido entre 1960 a 1990 (Monteiro-Henriques, et al., 2016).

Tendo em conta a informação bioclimatológica referida anteriormente, os dados que se consideraram que estariam mais fortemente relacionados com a presença e abundância do vetor

Culex pipiens em Portugal continental foram os seguintes: temperatura média do mês mais quente do ano, temperatura média do mês mais frio do ano e precipitação positiva.

3.2.1. Temperaturas médias

Como referido anteriormente, neste estudo foram consideradas as temperaturas médias do mês mais quente e do mês mais frio do ano para o período 1960-1990, visto que a temperatura é uma variável muito relevante no que diz respeito à presença e abundância da espécie em estudo, bem como para a propagação de doenças.

No que diz respeito à temperatura média do mês mais quente do ano, os valores divergem entre os 13,5°C de temperatura mínima e os 26°C de temperatura máxima, sendo que os valores mais baixos foram registados no centro-Norte, os valores médios encontram-se genericamente representados no litoral e os valores mais elevados no interior-sul.

Relativamente à temperatura média do mês mais frio do ano, os valores encontram-se entre os 0,81°C de temperatura mínima e os 12,9°C de temperatura máxima. Neste caso, as temperaturas mais baixas apresentam-se no interior-Norte e as temperaturas mais elevadas no Sul, principalmente no litoral-sul.

A representação cartográfica destas variáveis encontra-se apresentada na figura 1.

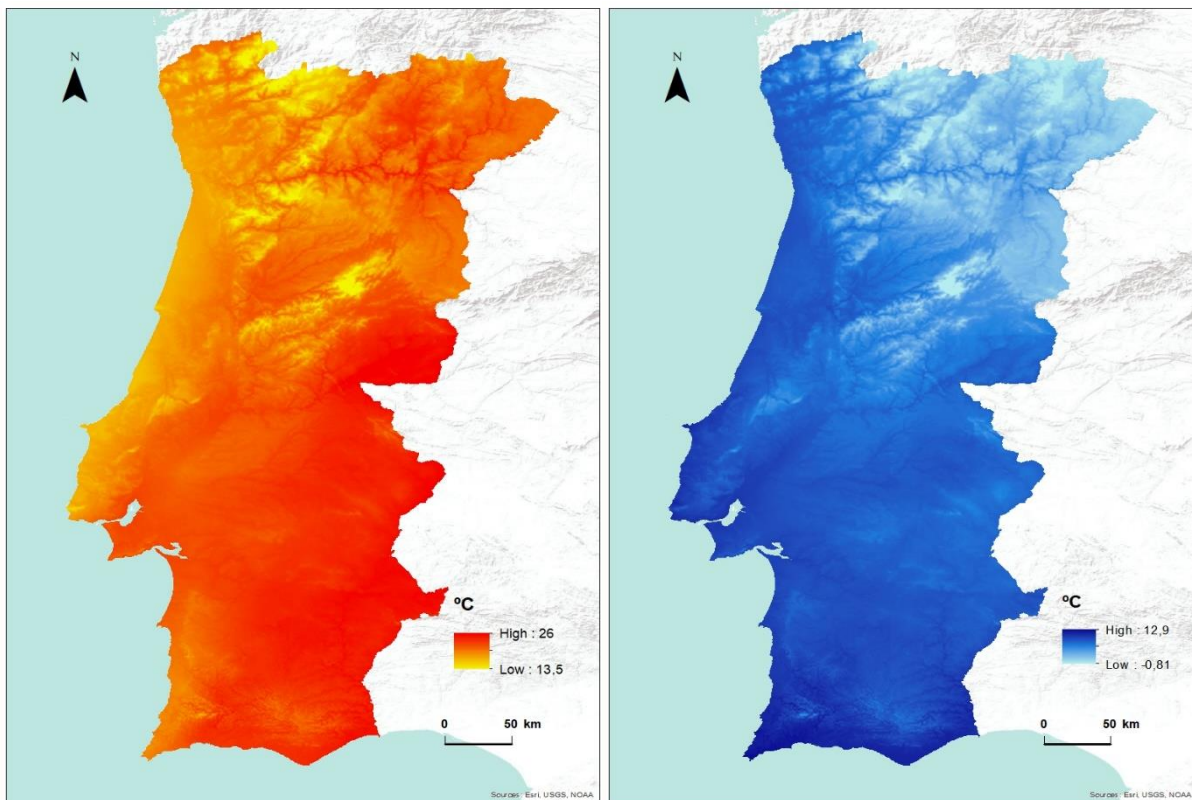


Figura 1 - Temperatura média do mês mais quente e do mês mais frio do ano 1960-1990

3.2.2. Precipitação positiva

Como referido anteriormente, neste estudo foi ainda considerada a precipitação positiva para o período 1960-1990, visto que a existência de água é uma variável muito relevante no que diz respeito à presença e abundância da espécie em estudo, bem como para a propagação de doenças.

No que à precipitação positiva diz respeito, os valores encontram-se entre os 346,1mm de precipitação mínima e os 3890,4mm de precipitação máxima. Neste seguimento, os valores mais baixos de precipitação apresentam-se principalmente a sul e os valores mais elevados de precipitação foram registados a noroeste de Portugal continental.

A representação cartográfica desta variável é apresentada na figura 2.

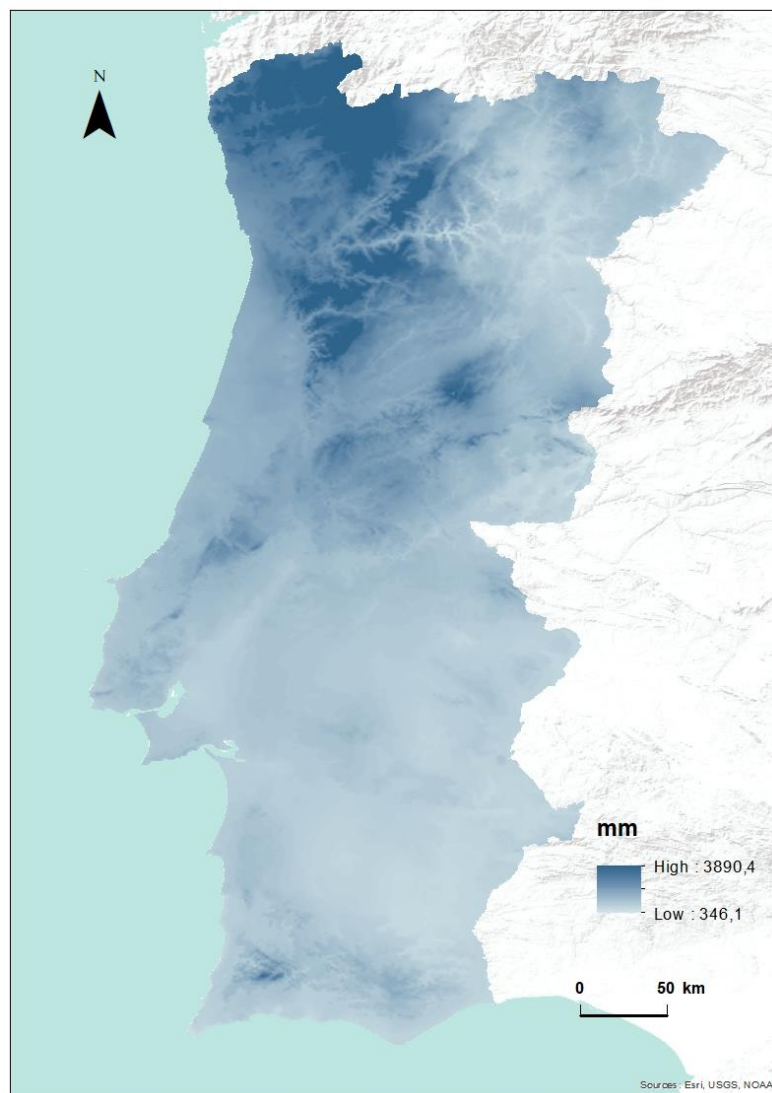


Figura 2 - Precipitação positiva 1960-1990

3.3. Métodos estatísticos de informação

Neste subcapítulo serão apresentados todos os modelos estatísticos de informação que foram utilizados no desenvolvimento desta dissertação.

Os métodos realizadas no ArcGIS, que são a análise *fuzzy* e a ferramenta *Extract Multi Values to Points*, foram utilizados para todos os dados relativos à abundância e distribuição da espécie de *Culex pipiens* em Portugal Continental, isto é, tanto para os dados das armadilhas CDC, como para os dados das armadilhas IR.

No que aos métodos do software *openModeller* diz respeito, sendo os mesmos as Redes Neurais Artificiais, a Máxima Entropia e as Máquinas de Suporte Vetorial, apenas foram utilizados os dados CDC. Esta decisão teve por base o facto de estes serem os dados que se mostraram mais relevantes e com melhores resultados durante a elaboração do estudo.

Nos 3 modelos referidos anteriormente podemos identificar dois tipos de testes: os internal tests e os external tests. Essas análises indicam que, do universo de 100% das validações realizadas para as armadilhas CDC, 80% foram consideradas nos internal tests e 20% foram consideradas para os external tests. Por esta razão, na criação dos modelos preditivos, os métodos utilizaram sempre 195 validações para internal tests e 49 validações para external tests.

3.3.1. Análise *fuzzy*

A análise *fuzzy* trata-se de um sistema de classificação numérico idêntico à lógica booleana. Distintamente da lógica booleana, no qual só existem apenas dois valores, 0 e 1 que representam ausência e presença ou falso e verdadeiro, respetivamente, a análise *fuzzy* classifica a relação entre variáveis num intervalo contínuo de 0 a 1, no qual quanto maior for o valor de associação, maior é a pertença de uma variável a um algoritmo (Nisar Ahamed, Gopal Rao, & Murthy, 2000) .

No entanto, neste modelo estatístico, o intervalo de valores significa a transição entre relações negativas ou falsas, representadas pelo 0 ou pela proximidade a esse valor, e relações positivas ou verdadeiras, representadas pelo valor 1 ou pela sua proximidade. Devido ao facto de possibilitar a classificação de uma relação entre variáveis num intervalo de valores contínuos, a análise *fuzzy* tem uma maior capacidade de adaptação e de aproximação a valores reais do

que os sistemas booleanos, que são menos flexíveis (Benz, Hofmann, Willhauck, Lingenfelder, & Heynen, 2004).

Esta análise foi realizada com recurso ao software *ArcGIS*, versão 10.6.1., através da utilização da extensão de análise espacial e da ferramenta *Fuzzy Membership*. Para as análises de todas as variáveis foi utilizado o tipo *Fuzzy MSSmall*, no qual são considerados uma média e um desvio padrão com valor 1. As variáveis que foram sujeitas a esta análise foram as seguintes: temperatura média do mês mais quente do ano, temperatura média do mês mais frio do ano e precipitação positiva.

3.3.2. *Extract Multi Values to Points*

A ferramenta *Extract Multi Values to Points* foi utilizada com recurso ao software *ArcGIS*, versão 10.6.1., e pertence à extensão de análise espacial. Este método consiste na extração dos valores das células existentes em coordenadas específicas de um ficheiro vetorial de pontos, a partir de um ou mais ficheiros *raster* (Clark, 2017). Assim, por cada um dos ficheiros matriciais utilizados, é adicionada uma coluna à tabela de atributos do ficheiro vetorial, sendo registada na mesma o valor do raster por cada ponto do vetor (Gartner, 2016). O objetivo deste método é a delimitação de tendências que se relacionassem à presença dos mosquitos *Culex pipiens*.

Neste caso, foram utilizados dois ficheiros vetoriais de pontos, correspondentes aos dados obtidos com a implementação de armadilhas CDC e armadilhas IR. Os ficheiros raster utilizados na análise correspondem aos outputs das análises *fuzzy* das variáveis acima mencionadas (temperatura média do mês mais quente do ano, temperatura média do mês mais frio do ano e precipitação positiva).

As tabelas de atributos de cada uma das armadilhas encontram-se apresentadas em anexo.

3.3.3. Redes neuronais artificiais

As redes neuronais artificiais (RNA) tratam-se de um modelo matemático estatístico, que tem sido bastante utilizado em estudos relacionados a mosquitos e a propagação de doenças através dos mesmos, tanto no que à identificação e classificação de espécies diz respeito, como ainda como modelo preditivo de abundância de espécies de mosquitos. Como exemplo pode ser referido um estudo de 2015, onde várias espécies de mosquitos das famílias *Anopheles*, *Aedes* e *Culex*, foram identificadas e classificadas através dos métodos de redes neuronais artificiais

(RNA) e por um método tradicional denominado análise discriminante (AD), no qual foi possível concluir que o método RNA se revelou mais eficiente na classificação do que a análise discriminante, e com uma taxa de sucesso de 85,7% a 100% na identificação das espécies (Lorenz, Ferraudo, & Suesdek, 2015). É possível ainda referir um estudo de 2009, no qual as redes neuronais artificiais foram utilizadas como modelo preditivo, tendo-se tornadas muito eficazes na simulação de números de casos de dengue, que se aproximaram bastante do número de casos confirmados (Aburas, Cetiner, & Sari, 2010).

Este método foi desenvolvido com base na estrutura do cérebro humano e de sistemas neurais (Zhang, Eddy Patuwo, & Y. Hu, 1998), o que motivou a sua designação. O modelo é constituído por elementos ligados entre si, denominados neurónios ou nós, e é composto por três camadas ou funções: entrada, na qual a informação é apresentada ao modelo; processamento, que adapta a informação segundo as suas características e que tem como objetivo produzir um resultado apropriado; e, por fim, a saída de informação, onde é originada uma resposta adequada à entrada dada (Moghaddamnia, Ghafari Gousheh, Piri, Amin, & Han, 2009).

Este modelo foi utilizado com recurso ao *software openModeller*, versão 1.1.0.

3.4.4. Máxima Entropia

A máxima entropia trata-se de um modelo estatístico que avalia probabilidades de adequação de habitats e que, conseqüentemente, apresenta estimativas de probabilidade de presença de espécies (Conley et al., 2014). Esta é uma das abordagens mais frequentemente utilizadas no que diz respeito à modelação de áreas com potencial registo de presenças de espécies (Warren, & Seifert, 2011). Este método revela que a distribuição menos tendenciosa é a que maximiza a entropia de informações.

O objetivo deste método é a compreensão de um sistema de informação que se encontra incompleto, através da relação de variáveis ambientais e adequação de habitats, resultando na formulação de um algoritmo. Desta forma, pode-se considerar que o modelo tem a capacidade de utilizar informação real de diferentes variáveis e de diferentes tipos de dados (tais como contínuos ou categóricos), tentando que toda a informação seja encaminhada no sentido de determinar a probabilidade ótima de distribuição, ou máxima entropia (Phillips, Anderson, & Schapire, 2006).

A máxima entropia é a que maximiza a função da entropia definida com as duas distribuições, procurando a distribuição que se revele mais próxima da verdadeira, isto é, em que os valores sejam os mais próximos possíveis dos reais. Este método é definido como:

$$S = - \sum_{i=1}^n P_i \ln P_i$$

No qual n é o número total de saídas e P_i representa a probabilidade de saída i . Assim, os valores de P_i , que maximizam S , são submetidos às condições da informação disponível, resultando na melhor e mais objetiva solução, de todas as soluções possíveis, dentro das informações existentes (Ancalla, 2005).

Este modelo foi utilizado com recurso ao *software openModeller*, versão 1.1.0.

3.4.5. SVM - Support vector Machines

As máquinas de suporte vetorial tratam-se de um conjunto de métodos de aprendizagem supervisionada, vantajosos na compreensão de recursos, atributos ou padrões informativos (Guyon, Weston & Barnhill, 2002). Algumas das vantagens deste método são: a minimização do erro de classificação empírica, a minimização do risco estrutural, isto é, a probabilidade de classificar padrões de forma errada, a maximização da margem geométrica entre os dados e a melhoria da capacidade de generalização (Bisognin, 2007).

Este é um método utilizado para classificação e análise de regressão e o seu objetivo é encontrar uma linha de separação, tecnicamente denominada hiperplano, entre duas classes, que defina cada uma delas e que minimize os erros empíricos. O hiperplano é responsável por criar uma distância, denominada como margem, entre os pontos mais próximos de cada uma das classes (Chen, Xuan, Riggins, Clarke, & Wang, 2011).

O modelo SVM apresenta duas abordagens: uma das abordagens consiste na criação e combinação de vários classificadores binários, enquanto a outra considera todos os dados com o objetivo de formular uma otimização (Hsu & Lin, 2002).

Este modelo foi utilizado com recurso ao *software openModeller*, versão 1.1.0.

4. RESULTADOS

4.1. Resultados relativos a dados de presença-ausência de *Culex pipiens*

Nas figuras 3 e 4 são apresentados dados referentes a todos os registos realizados pelo IHMT, independentemente do método das armadilhas, totalizando 675 validações.

A figura 3 representa uma cartografia desenvolvida relativamente à presença-ausência de mosquitos, tendo apenas em conta se, numa determinada colheita, foram ou não registadas presenças de *Culex pipiens*. Neste caso é possível perceber que existem presenças e ausências da espécie em estudo por todo o território continental, ainda que seja possível perceber que as presenças se concentrem essencialmente no litoral, enquanto as ausências revelam uma distribuição mais dispersa. Das 675 validações realizadas, em 226 não foram detetados mosquitos *Culex pipiens*, contrastando com os 449 registos que indicaram a presença da espécie, o que se reflete numa taxa de aproximadamente 67% de probabilidade de presença do mosquito em estudo numa determinada colheita, no território nacional.

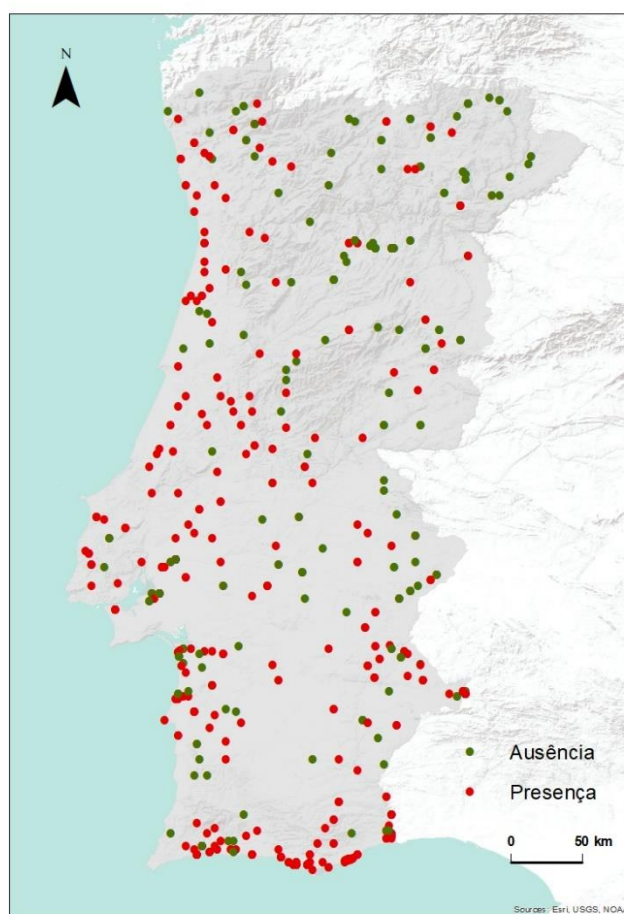


Figura 3 - Presenças e ausências de *Culex pipiens* em Portugal continental

A figura 4 explora as alterações da expressão espaciotemporal dos registos dos mosquitos *Culex pipiens* por anos.

Assim, na figura 4A encontram-se as validações referentes aos anos 2001 e 2002, na figura 4B podem ser encontradas as presenças e ausências dos anos 2003 a 2005 e, por último, na figura 4C podem ser encontrados os registos nos anos 2007 e 2008.

A grande observação que deve ser referida é o facto de o número de validações realizadas em Portugal continental terem diminuído bastante ao longo dos anos.

No ano de 2001 e 2002 são contabilizadas 501 validações, o que corresponde a 74% das validações totais apresentadas na área de estudo. Destas, 197 não observaram nenhum mosquito da espécie *Culex pipiens*, o que significa que 61% das validações (304 no total) continham presenças do vetor em questão. Relativamente aos anos, em 2001 foram realizadas 413 verificações, o que corresponde a 61% dos dados apresentados e, em 2002, foram validadas armadilhas 88 vezes. É possível ainda verificar presenças e ausências em todo o país, com focos concentrados de presenças com proximidade ao litoral.

Nos anos de 2003 a 2005 registam-se 118 verificações, ou seja, apenas 18% do número total das mesmas. Destas, 96 tratam-se de presenças, com uma expressão de 81% durante estes anos. O número de validações para cada um destes anos foi: 40 em 2003, 58 em 2004 e apenas 20 em 2005. Neste período, os levantamentos foram praticamente apenas realizados nas seguintes regiões: Minho, área metropolitana de Lisboa, região do Alqueva e concelho de Faro.

No período de 2007 e 2008 existiram apenas 56 validações, correspondendo a 8% de todas as que foram realizadas. As armadilhas encontravam-se principalmente na região do Algarve e, das verificadas, 88% (49 no total) registaram presenças do mosquito em estudo. Foram realizadas 29 verificações em 2007 e 27 em 2008.

Posto isto, é possível observar que a percentagem de presenças foi aumentando bastante com o decorrer dos anos, ao mesmo tempo que o número de validações realizadas foi diminuindo bastante. Nos últimos anos para os quais existem dados, a prioridade da localização das armadilhas foi em regiões próximas ao litoral. No entanto, devido à existência de poucos dados entre 2003 e 2008 e ao facto de as validações serem mais concentradas a nível espacial, não é possível avaliar de forma clara as diferenças de presença-ausência, distribuição e abundância do mosquito *Culex pipiens* em Portugal continental.

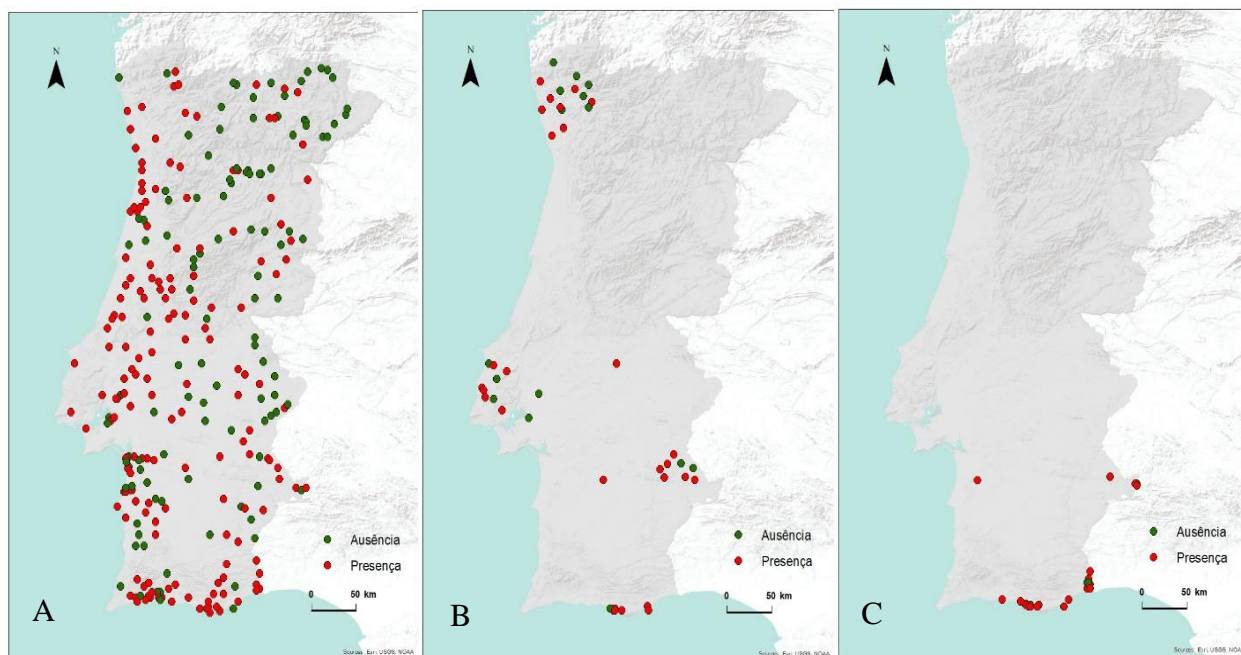


Figura 4 - Expressão espacotemporal dos mosquitos *Culex pipiens* por anos
 4A – Validações dos anos 2001 e 2002
 4B – Validações dos anos 2003, 2004 e 2005
 4C – Validações dos anos 2007 e 2008

4.2. Resultados relativos a dados de presença e distribuição de *Culex pipiens*

Nas figuras 5, 6 e 7, são apresentados dados referentes a todas as colheitas que apresentaram presença do mosquito *Culex pipiens*, independentemente do método das armadilhas, totalizando 449 validações.

A cartografia apresentada na figura 5, revela os locais onde as colheitas realizadas pelo IHMT confirmaram a presença do mosquito em estudo. Analisando apenas o mapa, é possível perceber que os locais predominantes onde as presenças se registaram foram os abrigos de animais e os locais classificados como sendo no exterior. Com base nos dados, os 4 principais locais, ordenados de forma decrescente, onde a presença dos mosquitos foi detetada, foram os seguintes: abrigos de animais, onde 207 colheitas confirmaram a existência de *Culex pipiens*; em corpos de água foram confirmados mosquitos *pipiens* em 54 validações; no exterior, isto é, em locais pouco específicos, mas não edificadas, nos quais 49 validações identificaram o indivíduo em causa; e, por fim, em alpendres, local que registou 45 vezes a presença do mosquito. Estes valores indicam-nos que sensivelmente 58% das validações que registaram a presença de *Culex pipiens* nas colheitas, foram realizadas em locais junto a abrigos de animais

ou nas imediações de corpos de água, precisamente alguns dos fatores que são apontados como fortes condicionantes da presença deste mosquito.

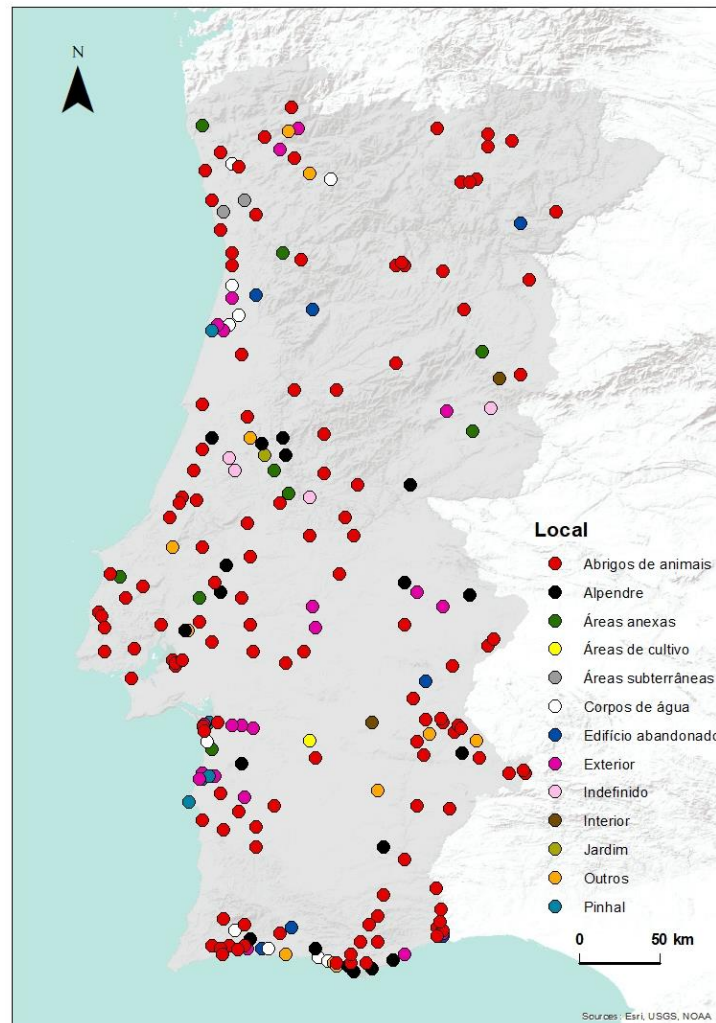


Figura 5 - Locais de colheitas com presença de *Culex pipiens*

Na figura 6 encontram-se representadas as altitudes a que as colheitas que afirmaram a presença da espécie em estudo se encontravam. O mosquito *Culex pipiens* foi detetado em altitudes entre os 0 e os 920 metros de altitude, e a análise foi realizada com recurso a 5 classes, referidas em seguida: 0-80m; 81-200m; 201-347m; 348-599m; 600-920m.

Observando o mapa, há duas classes de altitude que se destacam, e tratam-se das classes de altitude inferiores, o que significa que os mosquitos em estudo são predominantes na altitude entre os 0 e os 200 metros. Analisando os dados, é relevante mencionar que: na classe dos 0 aos 80m foi possível registar a presença do mosquito em 260 validações; nas altitudes dos 81

aos 200m a espécie foi encontrada em 80 colheitas; dos 201 aos 347m, registaram-se 63 colheitas a confirmar a existência do indivíduo em estudo; no que diz respeito à classe dos 348 aos 599m, foram detetados *Culex pipiens* em 32 das validações realizadas; e, por fim, nas altitudes dos 600 aos 920, a presença da espécie foi apenas registada em 14 colheitas. Assim sendo, é possível afirmar que aproximadamente 76% das validações positivas dizem respeito a altitudes até aos 200m e, ainda, que 95% das validações onde o mosquito foi detetado, registaram-se em altitudes até aos 500 metros.

Nesta análise, é muito interessante referir que existe uma relação proporcional entre a altitude e as colheitas que registaram a presença de *pipiens*, isto é, quanto mais elevada a altitude, menor o valor de validações onde o mosquito foi confirmado. Esta observação pode ainda ser indicativa de uma possível relação com a temperatura, visto que essa variável também se apresenta como um dos fatores que mais influenciam a presença deste vetor.

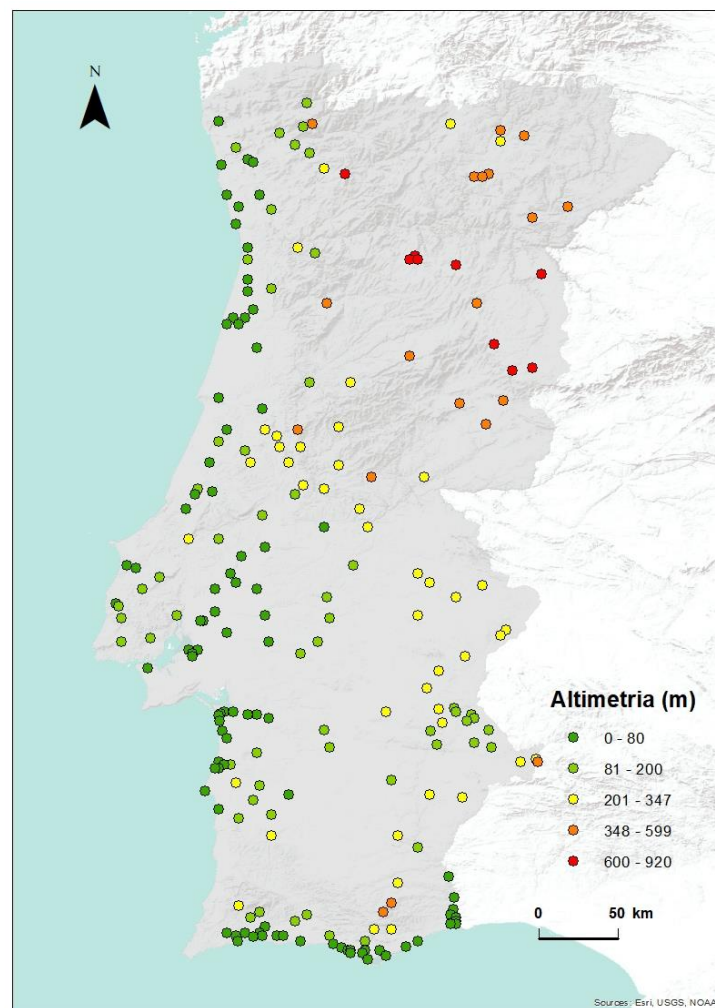


Figura 6 - Altitudes das colheitas que afirmaram a presença de *Culex pipiens*

Na figura 7 encontra-se cartografada a distribuição, por distritos, das colheitas que confirmaram a presença da espécie em estudo. Observando o mapa, a distribuição da presença do mosquito *pipiens* evidencia uma maior concentração nas regiões próximas ao litoral, e principalmente no litoral algarvio.

Apresentando valores concretos, são mencionados em seguida, ordenados de forma decrescente, os 3 distritos onde foram registadas mais colheitas com presenças confirmadas: Faro, onde foram totalizadas 160 validações; Santarém, município que registou presenças do mosquito em 54 colheitas; Setúbal, no qual 48 validações confirmaram a existência de *Culex pipiens*. Tendo como base os valores anteriormente mencionados, é relevante mencionar que os distritos indicados representam aproximadamente 57% das colheitas com presença afirmativa do mosquito.

Em análise oposta, os distritos que apresentam menos colheitas com presenças de *Culex pipiens* são: Vila Real, onde apenas se registou uma validação positiva; Viana do Castelo onde se confirmaram presenças em duas armadilhas; Coimbra e Guarda, ambos com 7 verificações onde a espécie foi encontrada.

É interessante mencionar que Setúbal, Évora, Beja e Faro, isto é, os 4 distritos mais a sul de Portugal continental, representam 59% das presenças de *Culex pipiens* registados em armadilhas. Nesta linha de avaliação, pode ainda ser referido que, só a região do Algarve e portanto o distrito de Faro, têm uma expressão de 36% desse valor.

Contrariamente, os 4 distritos mais a norte (Viana do Castelo, Braga, Vila Real e Bragança), apresentam apenas cerca de 7% das armadilhas cuja presença deste vetor foi confirmada.

Uma vez mais, esta análise pode ainda estar relacionada à temperatura, visto que, a região algarvia apresenta dos valores mais elevados de temperatura, tanto para a cartografia da temperatura média do mês mais quente do ano, como para a temperatura média do mês mais frio do ano, contrastando com as regiões a norte do país, onde as temperaturas se revelam mais baixas.

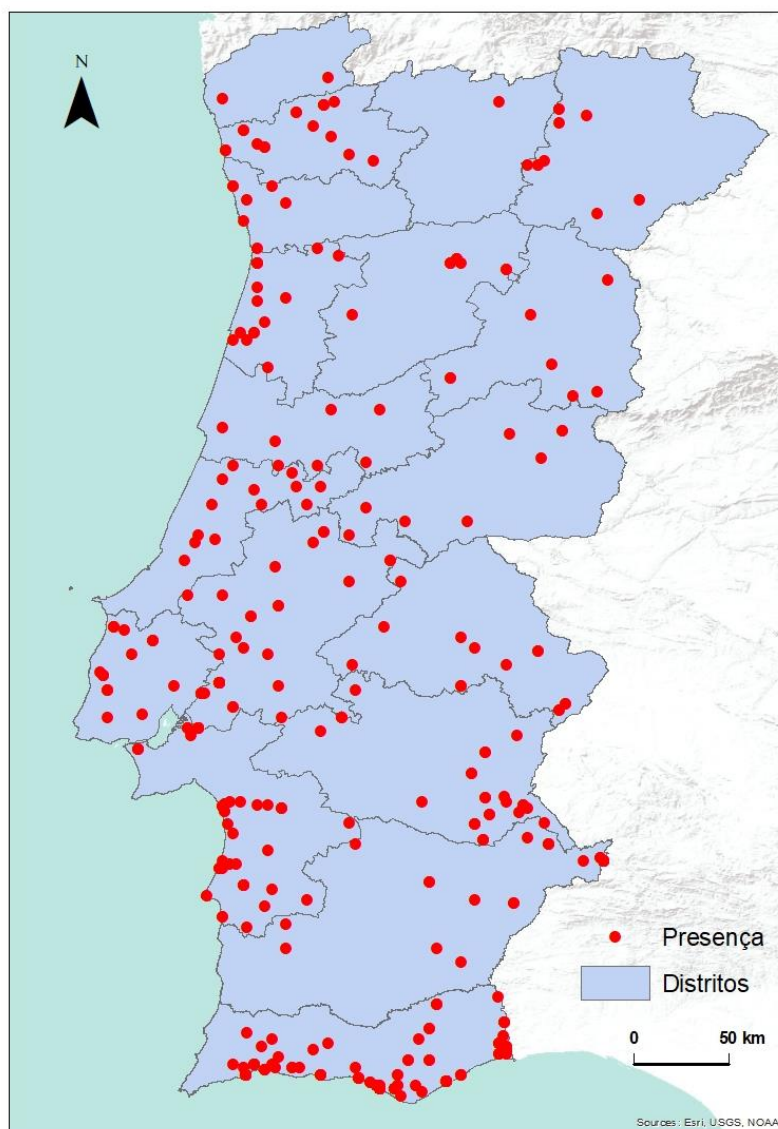


Figura 7 - Distribuição por distritos das colheitas que confirmaram a presença de *Culex pipiens*

4.3. Resultados relativos à análise *fuzzy* das variáveis seleccionadas

4.3.1. Temperatura média do mês mais quente do ano

Na figura 8 apresentam-se os valores relativos à análise *fuzzy* da variável da temperatura média do mês mais quente do ano. Para esta variável, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,3 e 1. Analisando esta cartografia comparativamente ao mapa da temperatura média do mês mais quente do ano, é possível perceber a correlação entre os valores *fuzzy* e os valores de temperatura, na qual quanto mais elevada a temperatura, menor o grau de associação *fuzzy*, isto é, menor a pertença do valor da variável ao algoritmo. Assim, através da

observação da cartografia é possível perceber que a maior parte do território continental apresenta valores elevados e elevado grau de associação.

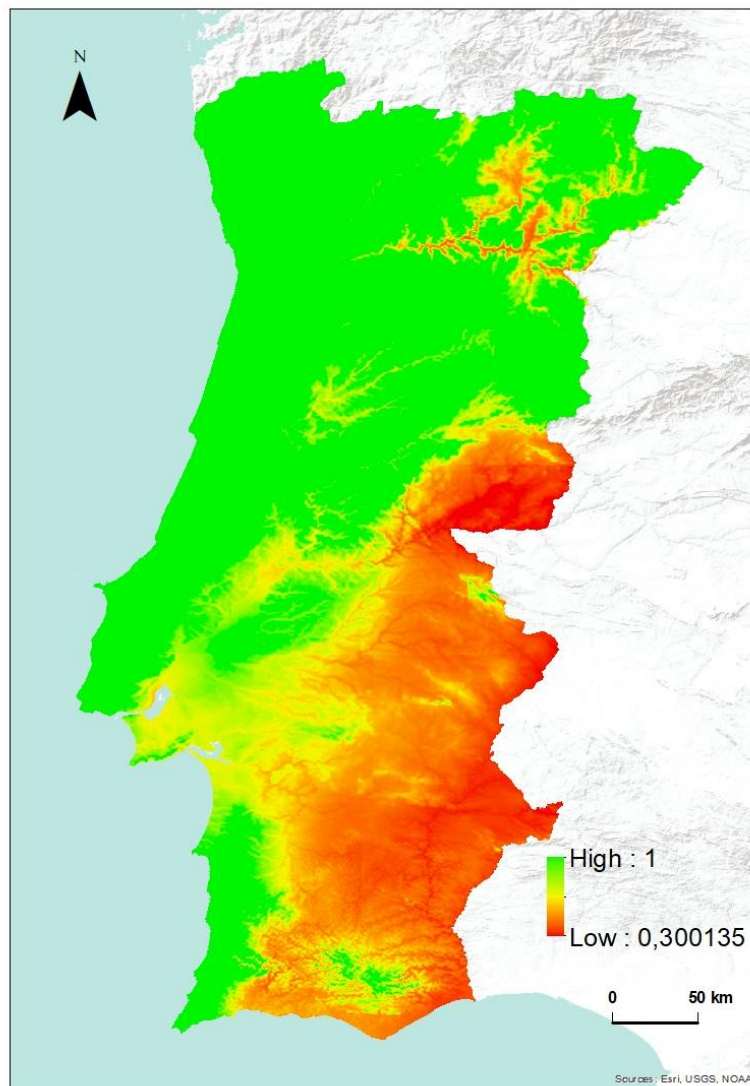


Figura 8 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais quente do ano

4.3.2. Temperatura média do mês mais frio do ano

Na figura 9 encontram-se cartografados os valores da análise *fuzzy* da variável da temperatura média do mês mais frio do ano. Neste caso, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,3 e 1. Realizando uma comparação entre o mapa da temperatura média do mês mais quente do ano e a sua cartografia *fuzzy* correspondente, é possível compreender a correlação entre ambos. Nesta perspetiva, quanto mais elevados se revelam os valores *fuzzy* e o grau de associação, menores se apresentam os valores da temperatura. Observado a cartografia, é

possível perceber que grande parte do território continental apresenta valores elevados e elevado grau de associação.

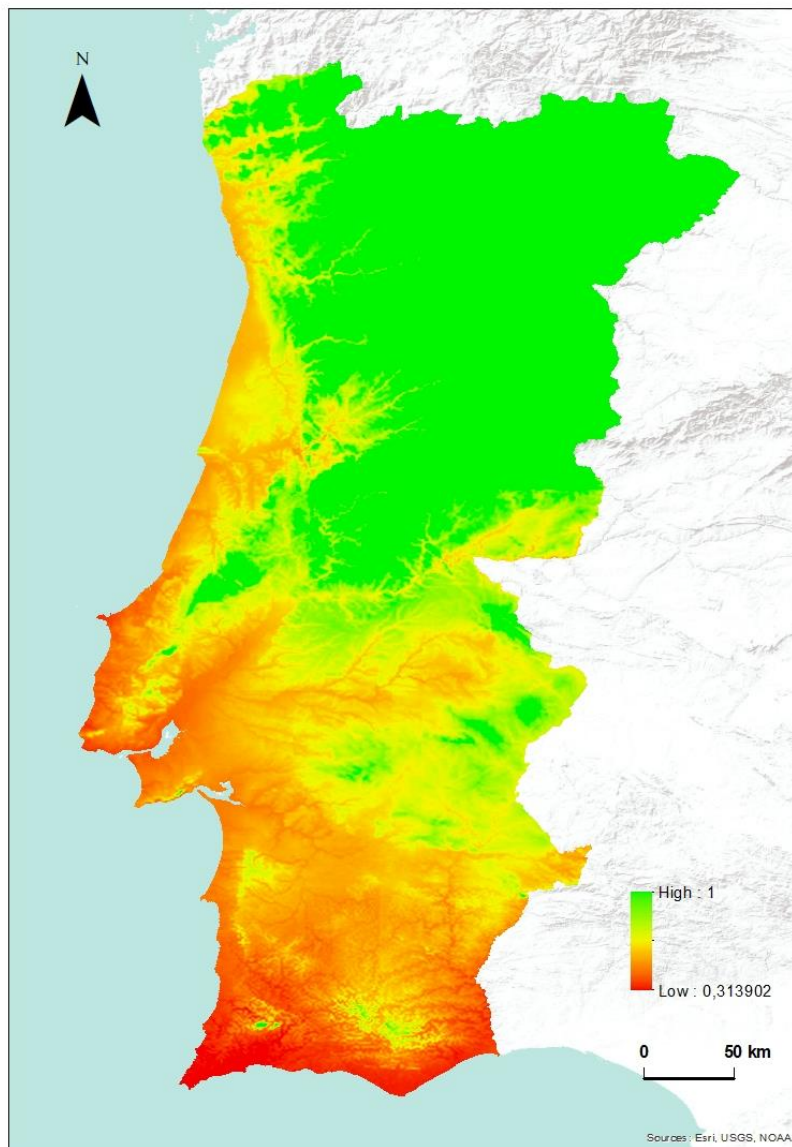


Figura 9 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais frio do ano

4.3.3. Precipitação positiva

Seguidamente, encontram-se representados, na figura 10, encontram-se cartografados os valores da análise *fuzzy* da variável da precipitação positiva. Relativamente à mesma, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,1 e 1. Realizando uma comparação entre o mapa dos valores *fuzzy* e a cartografia da precipitação positiva, pode ser salientada uma correlação entre os mesmos. Nesta observação, quanto mais elevados se registaram os valores de

precipitação, menor se apresentaram os valores *fuzzy* e o grau de associação. Através da cartografia, é possível afirmar que a maioria do território de Portugal continental apresenta valores elevados e elevado grau de associação.

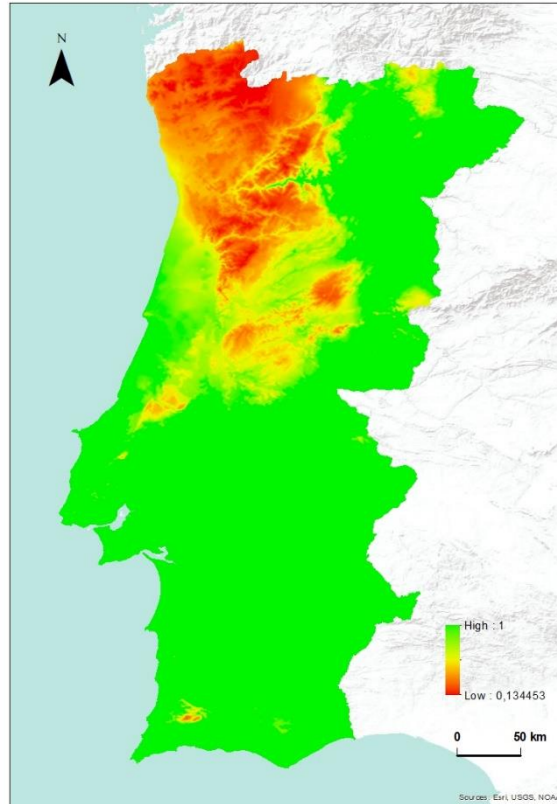


Figura 10 - Análise fuzzy da precipitação positiva

4.4. Resultados relativos à análise *fuzzy* da informação das armadilhas CDC

Na figura 11 apresentam-se os valores relativos à análise *fuzzy* da variável da temperatura média do mês mais quente do ano para todos os dados das armadilhas CDC, incluindo para as colheitas que não registaram presença de *pipiens*. Para esta variável, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,4 e 1, sendo que a análise foi realizada com recurso a 3 classes: 0,376780-0,591571; 0,591572-0,836176; 0,836177-1. Através da observação da cartografia, é possível perceber que as classes predominantes são a 1 e a 3. Das 245 validações realizadas nas armadilhas CDC, 134 apresentaram valores *fuzzy* para a classe baixa, representada a vermelho, 43 registos encontram-se na classe média, e os restantes 68 indicam valores na classe alta. Com recurso a esta informação é possível afirmar que aproximadamente 55% das validações registaram baixo grau de associação.

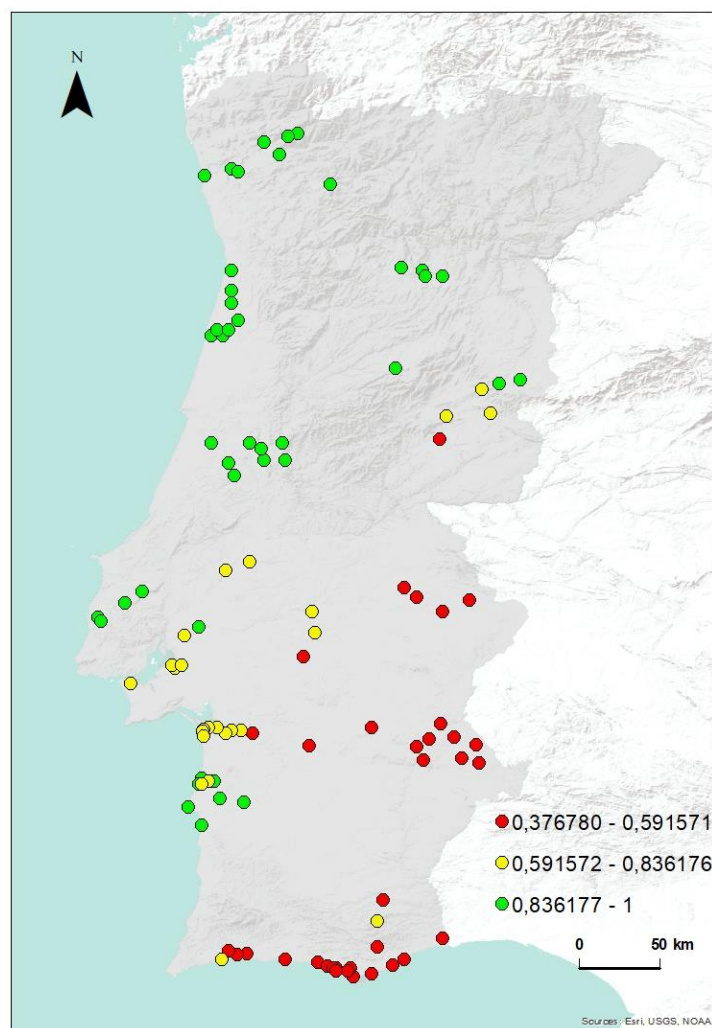


Figura 11 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais quente do ano - dados CDC

Relativamente à figura 12, podem ser observados os valores relativos à análise *fuzzy* da variável da temperatura média do mês mais frio do ano para todos os dados das armadilhas CDC. No caso desta variável, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,3 e 1, sendo que a análise foi realizada com recurso a 3 classes: 0,335183-0,463226; 0,463227-0,739964; 0,739965-1. Neste mapa, a classe média, representada a amarelo, e a classe baixa, a vermelho, são as que se encontram destacadas. Do total de validações realizadas com recurso a armadilhas CDC, 119 apresentaram valores para a classe baixa de valores *fuzzy*, 101 encontram-se representadas na classe média e apenas 25 validações afirmam um elevado grau de associação. Tendo em conta estes registos, é possível identificar que a classe baixa de valores *fuzzy* representa aproximadamente 49% do total de validações.

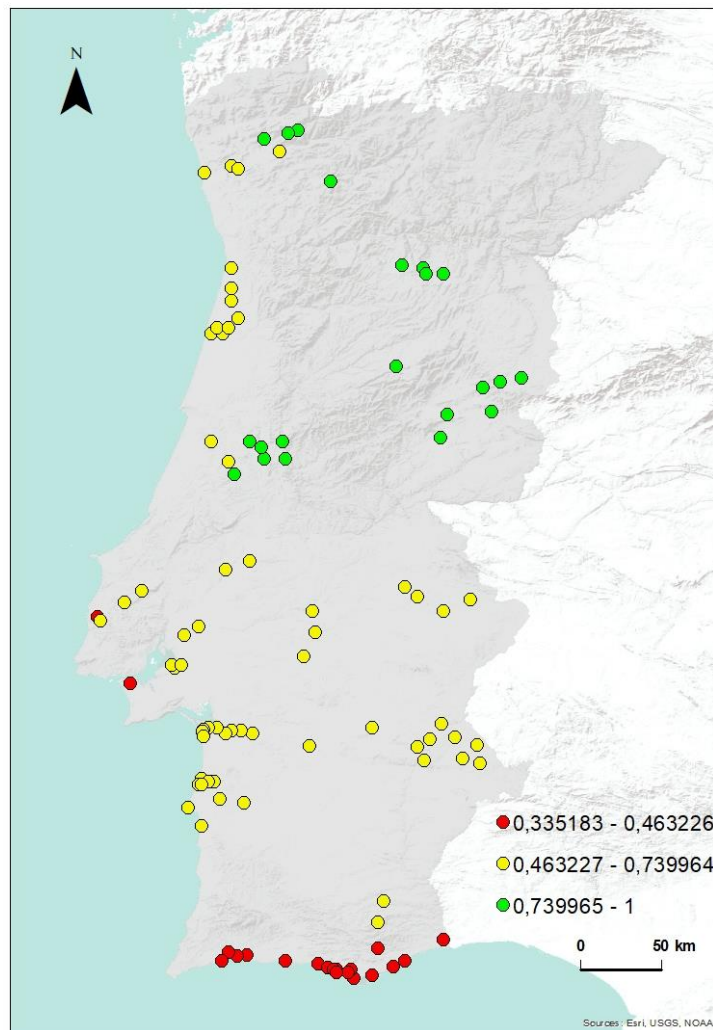


Figura 12 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais frio do ano - dados CDC

No que à figura 13 diz respeito, podem ser observados os valores relativos à análise *fuzzy* da variável da precipitação positiva para todos os dados das armadilhas CDC. No caso desta variável, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,2 e 1, sendo que a análise foi realizada com recurso a 3 classes: 0,219831-0,482826; 0,482827-0,814777; 0,814778-1. Nesta representação cartográfica torna-se claro que o grau de associação elevado, demonstrado a verde, é o que revela maior expressão no território continental. De um total de 245 validações realizadas a armadilhas CDC, 11 revelaram um baixo grau de associação, 16 encontram-se representadas na classe média dos valores *fuzzy*, e 218 demonstraram um elevado grau de associação. Assim, estes dados indicam que sensivelmente 89% das validações corresponderam a um elevado grau de associação. Esta variável apresentou-se, como

consequência dos resultados referidos, a variável com maior relevância analisada para o método CDC.

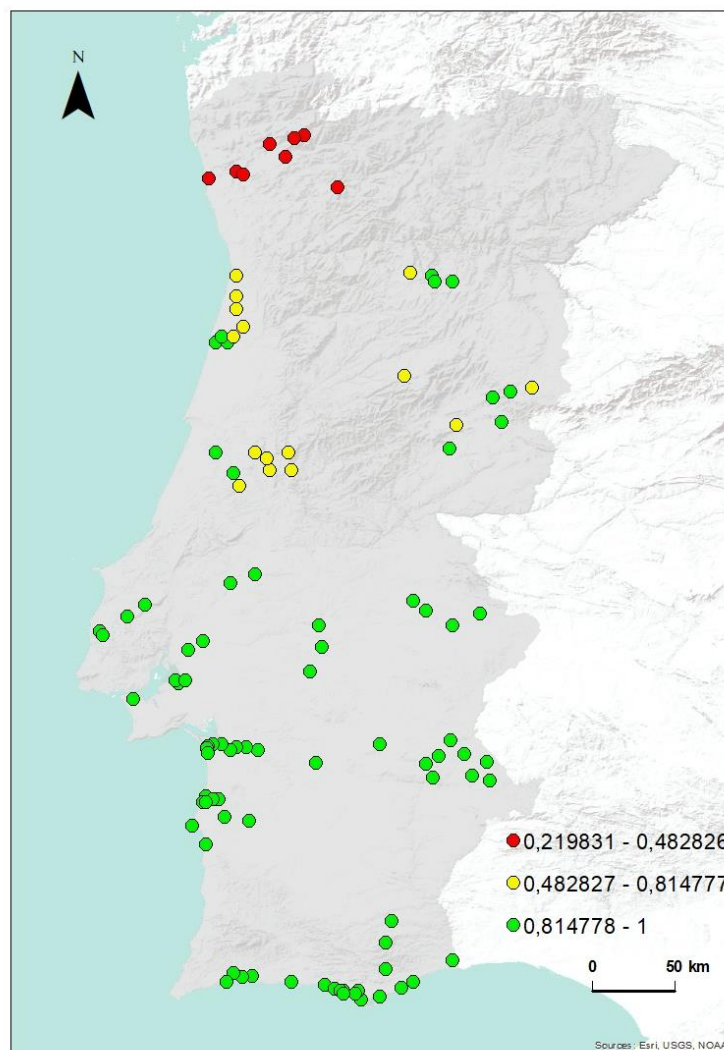


Figura 53 - Análise fuzzy da precipitação positiva - dados CDC

4.5. Resultados relativos à análise fuzzy da informação das armadilhas IR

Na figura 14 apresentam-se os valores relativos à análise fuzzy da variável da temperatura média do mês mais quente do ano para todos os dados das armadilhas IR incluindo para as colheitas que não registaram presença de *pipiens*. Para esta variável, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,4 e 1, sendo que a análise foi realizada com recurso a 3 classes: 0,360683-0,581116; 0,581117-0,846470; 0,846471-1. Através da observação da cartografia, é possível perceber que as classes predominantes são a 1 e a 3. Das 430 validações realizadas nas armadilhas IR, 137 apresentaram valores fuzzy para a classe baixa, representada a vermelho, 96 colheitas encontram-se na classe média, e as restantes 197 indicam valores na

classe alta. Com recurso a esta informação é possível afirmar que sensivelmente 46% das validações registaram elevado grau de associação.

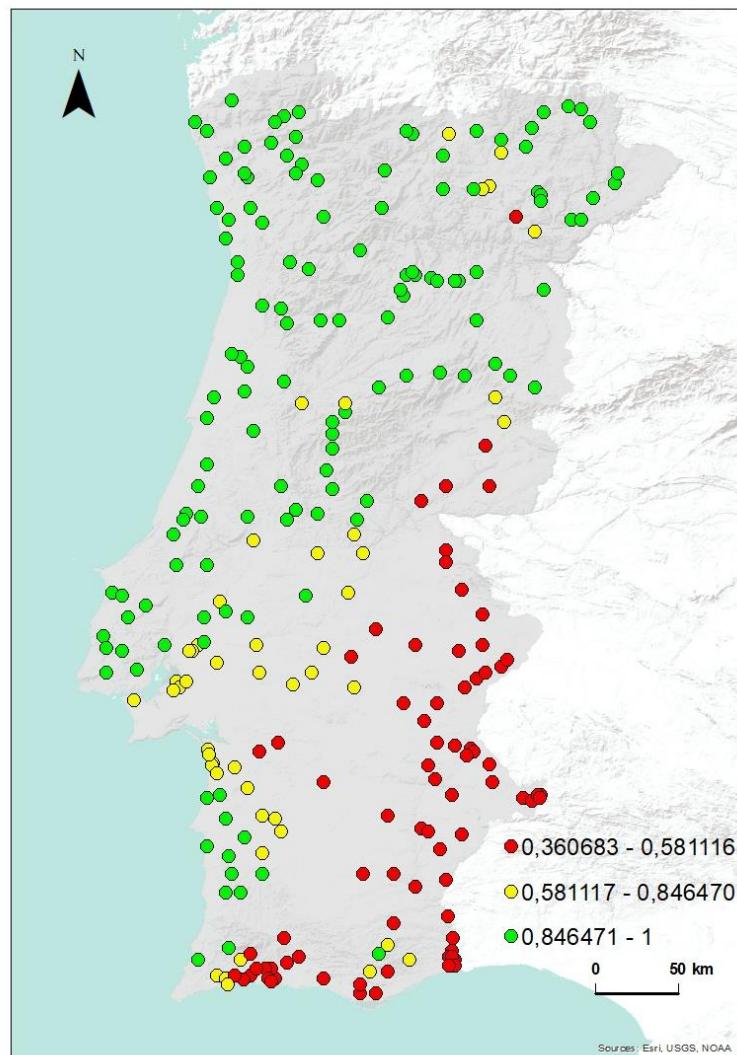


Figura 64 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais quente do ano - dados IR

Relativamente à figura 15, podem ser observados os valores relativos à análise fuzzy da variável da temperatura média do mês mais frio do ano para todos os dados das armadilhas IR. Os valores do grau de associação para esta variável, divergiram entre 0,3 e 1 aproximadamente, sendo que a análise foi realizada com recurso a 3 classes: 0,335183-0,547623; 0, 547624-0,808302; 0, 808303-1. Nesta cartografia, as classes aparentam uma representação equitativa entre si, não havendo uma evidência espacial para nenhuma das 3 classes existentes. Do total de validações realizadas com recurso a armadilhas IR, 140 apresentaram valores para a classe baixa de valores fuzzy, 142 revelaram-se descritas na classe média e 148 validações garantem um elevado grau de associação, valores que confirmam a semelhança entre as classes da análise

fuzzy em causa. Considerando estes registos, é possível identificar que todos os graus de associação representaram cerca de 33% das validações.

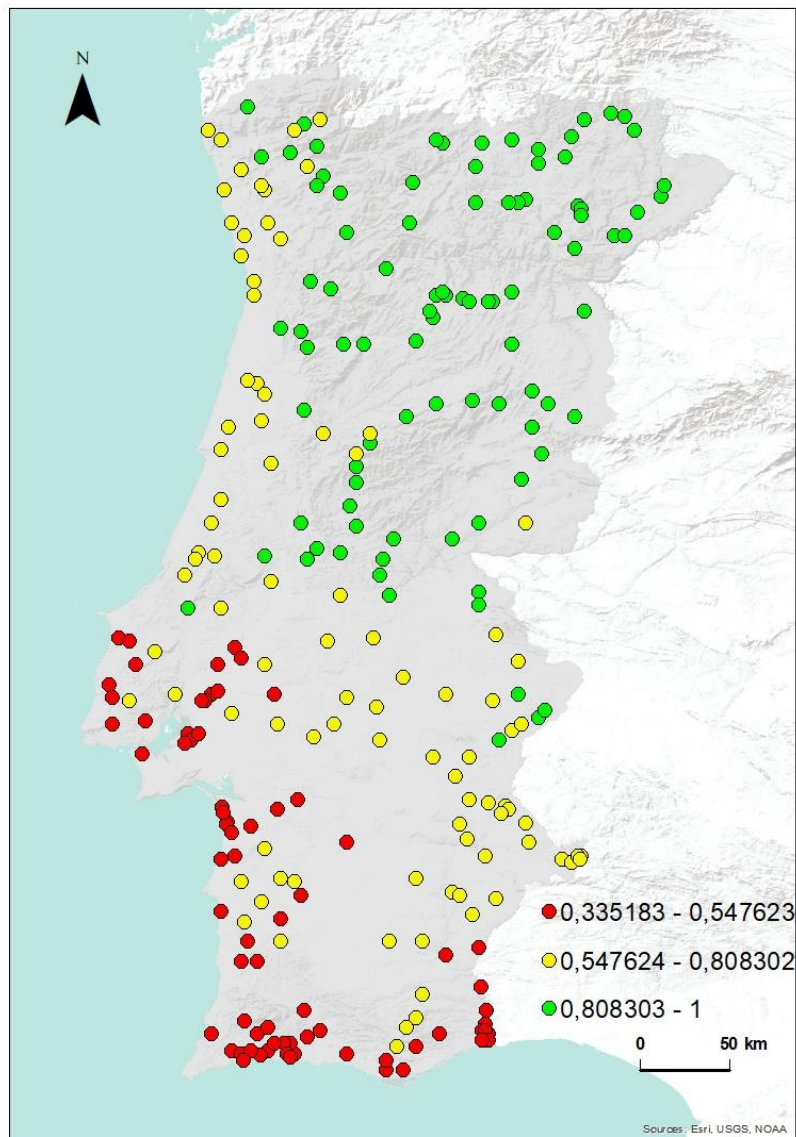


Figura 15 - Análise fuzzy da temperatura média do mês mais frio do ano - dados IR

No que à figura 16 diz respeito, na mesma podem ser observados os valores relativos à análise *fuzzy* da variável da precipitação positiva para todos os dados das armadilhas IR. Para esta variável, o grau de associação divergiu entre 0,2 e 1 aproximadamente, sendo que a análise foi realizada com recurso a 3 classes: 0,221371-0,514550; 0,514551-0,817303; 0,817304-1. Nesta representação cartográfica os valores *fuzzy* que registam maior expressão territorial são os associados à classe 3, ou ao grau de associação elevado, indicado a verde. De um total de 430 validações realizadas com recurso a armadilhas IR, 40 demonstraram um baixo grau de

associação, 51 encontram-se representadas na classe média dos valores *fuzzy*, e 339 indicaram um elevado grau de associação. Desta forma, estes dados revelam que cerca de 79% das validações corresponderam a um elevado grau de associação. Esta variável apresentou-se assim a variável com maior relevância analisada para o método IR.

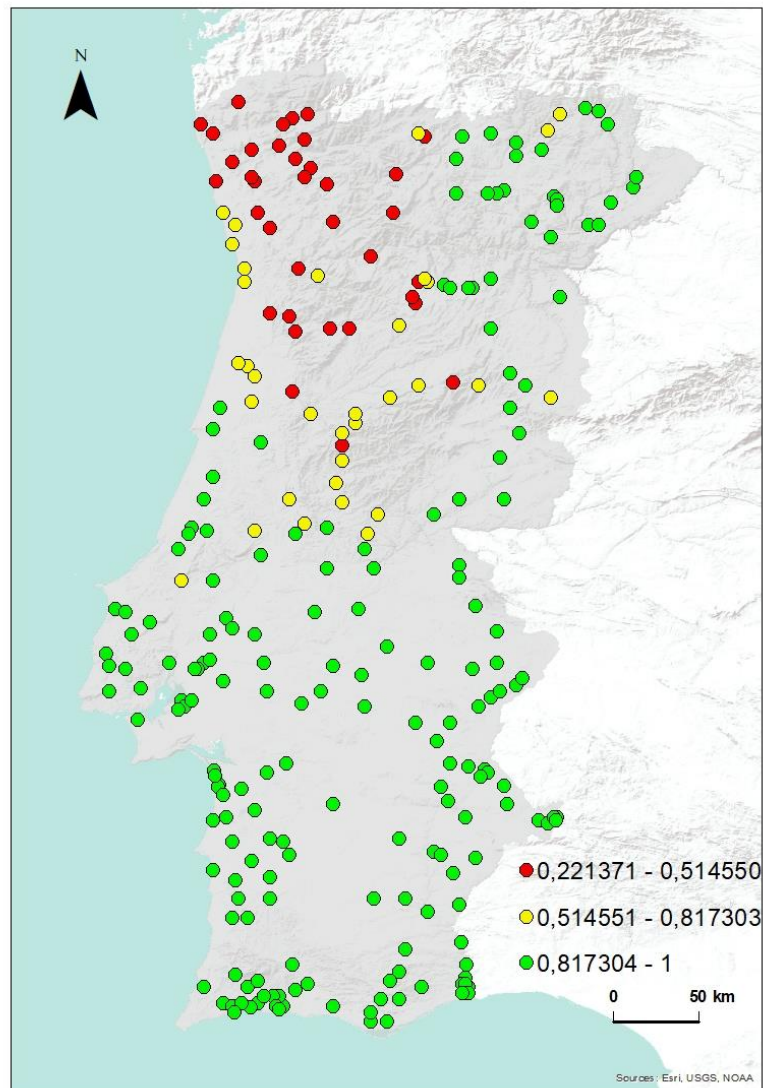


Figura 16 -Análise fuzzy da precipitação positiva para todos os anos - dados IR

4.6. Resultados relativos à análise das Redes Neurais Artificiais

Na figura 17, encontram-se descritos os valores resultantes da análise das Redes Neurais Artificiais, realizada no *software openModeller*, com a utilização dos dados das armadilhas CDC. Para a cartografia *fuzzy*, o grau de associação variou entre aproximadamente 0,5 e 1.

Para este método, os valores demonstram um grau de associação positivo, sendo que o valor mais baixo se trata de um valor médio, e o valor mais alto encontra-se muito próximo do valor máximo.

Nestes resultados, é possível afirmar que os valores apresentados, aparentam expressão territorial semelhante entre si, não havendo uma cor, ou valor, predominante. Assim, de um modo geral, os valores médios e mais elevados encontram-se em regiões mais próximas do litoral, enquanto que os valores mais baixos incluídos na escala da análise se encontram no interior.

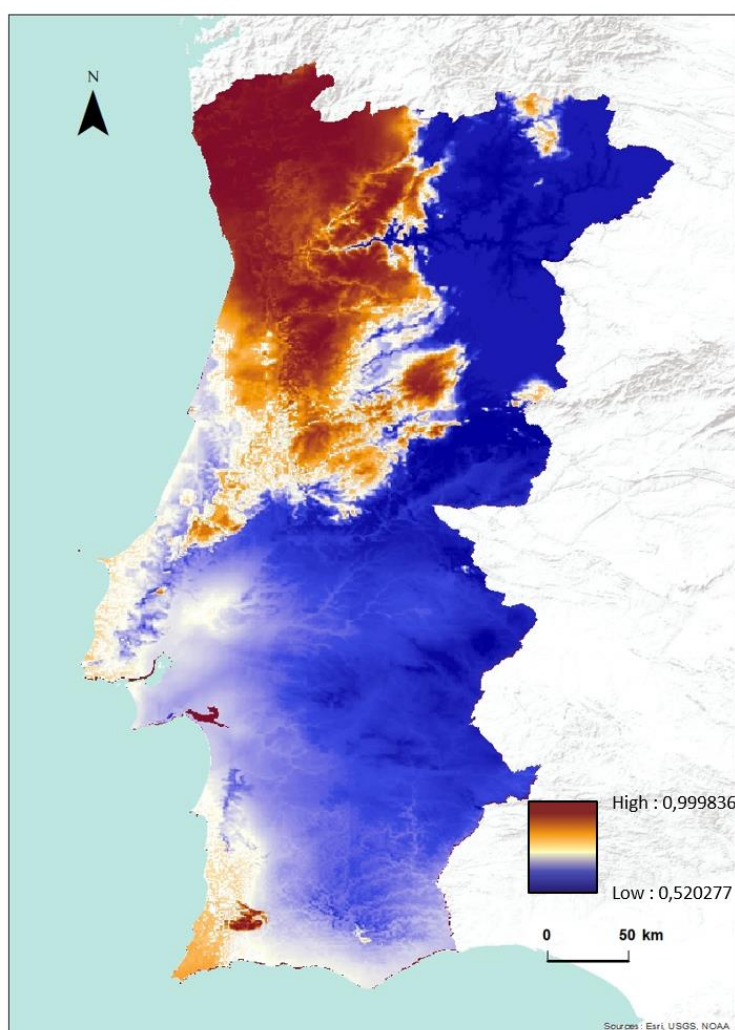


Figura 77 - Análise fuzzy redes neurais artificiais

Como pode ser observado no quadro 1, os valores apresentados para a exatidão do teste interno foram sensivelmente 89%, contrastando com cerca de 86% de exatidão do teste externo, valores que se revelam muito positivos. Relativamente à área abaixo da curva, ou AUC, os valores são de 0,64 tanto para o teste interno (figura 18) como para o teste externo (figura 19), valores que também se revelam bastante positivos, tendo em conta que os melhores resultados da área abaixo da curva são os que se apresentarem o mais próximo da unidade possível (valor 1). É importante mencionar que a conjugação de resultados de exatidão e da área abaixo da curva do modelo das Redes Neurais Artificiais, se revelaram os melhores.

No quadro 2 podem ser encontrados os dados do teste interno, para o qual foram utilizadas 195 colheitas, sendo que todas elas foram consideradas como presenças previstas. Dessas, foram identificadas 173 presenças positivas verdadeiras e 22 presenças positivas falsas.

Relativamente ao teste externo (quadro 4), podem ser contabilizadas 49 validações das armadilhas CDC no modelo, sendo que todas foram consideradas como presenças previstas. Dessas, 42 foram consideradas presenças positivas verdadeiras e 7 presenças positivas falsas.

Teste	Exatidão	AUC	Kappa
Interno	88,7179	0,639517	0
Externo	85,7143	0,637755	0

Quadro 1 – Teste interno versus externo

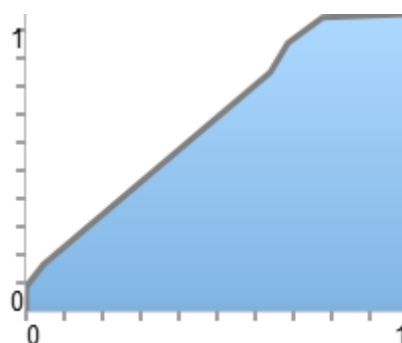


Figura 18 – Curva ROC do teste interno

Área total abaixo da curva (AUC): 0,64

Matriz de confusão		
	Verdadeira presença	Verdadeira ausência
Presença predita	173 (a)	22 (b)
Ausência predita	0 (c)	0 (d)
Limiar 50%		

Quadro 2 – Presença predita versus ausência predita para o teste interno

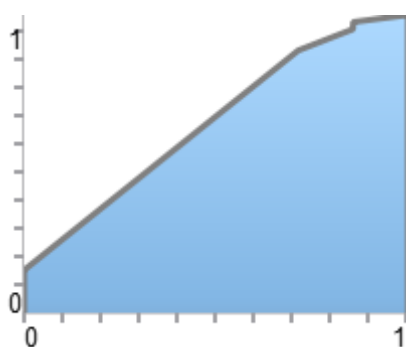


Figura 19 - Curva ROC do teste externo

Área total abaixo da curva (AUC): 0,64

Matriz de confusão		
	Verdadeira presença	Verdadeira ausência
Presença predita	42 (a)	7 (b)
Ausência predita	0 (c)	0 (d)
Limiar 50%		

Quadro 3 - Presença predita versus ausência predita para o teste externo

4.7. Resultados relativos à análise da Entropia Máxima

Os resultados seguintes dizem respeito aos valores relativos à entropia máxima efetuada no software *openModeller*, com recurso à utilização dos dados das armadilhas CDC.

Para a cartografia da análise *fuzzy* (figura 20) o grau de associação divergiu entre 0 e 0,7, sensivelmente. Neste método os valores apresentam um grau de associação pouco satisfatório, tendo em conta que o menor valor se trata do valor mais baixo possível de encontrar e que o valor mais elevado se trata ainda de um valor mediano. Através da observação do mapa, pode depreender-se que existem duas variações de cor com maior expressão territorial sendo elas as que divergem entre os valores 0 e, talvez, os 0,5, o que indica que esta análise tem fracos valores de grau de associação.

Como se pode afirmar através da análise do quadro 4, os valores apresentados para a exatidão do teste interno foram sensivelmente 32%, contrastando com cerca de 45% de exatidão do teste externo, valores que são considerados negativos. Relativamente à área abaixo da curva, ou AUC, os valores são de 0,4 para o teste interno (figura 21) e 0,5 para o teste externo (figura 22), cuja análise também se apresenta, assim, insatisfatória. A conjugação dos resultados do quadro 4 revelaram que este foi o modelo menos eficaz na predição de presenças e ausências do mosquito em estudo.

No (quadro 5) encontram-se representados os valores do teste interno, para o qual foram utilizadas 195 colheitas. Das 195 validações, 60 foram consideradas como presenças previstas e 135 como ausências previstas. De 60 presenças previstas, 50 foram validadas como positivas verdadeiras e 10 como falsas positivas. Já em 135 ausências previstas, 123 foram consideradas como ausências verdadeiras e 12 como falsas ausências.

Relativamente ao teste externo (quadro 6), podem ser contabilizadas 49 validações das armadilhas CDC no modelo. Do total dessas validações, 19 foram consideradas como presenças previstas e 30 como ausências previstas. Das 19 presenças previstas, 17 foram confirmadas como positivas verdadeiras e 2 como falsas positivas. Em 30 ausências previstas, 25 afirmaram-se verdadeiras e 5 como falsas ausências.

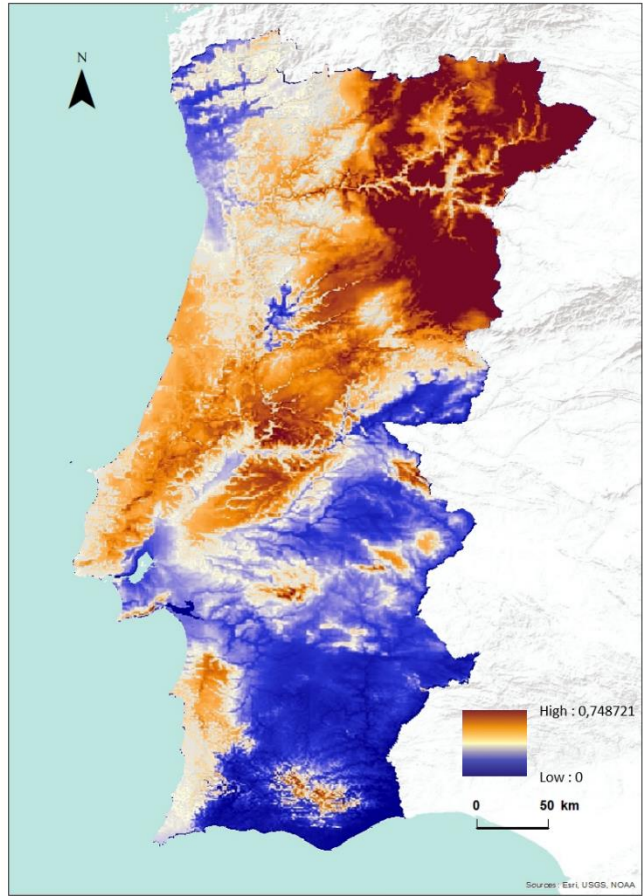


Figura 20 - Análise fuzzy entropia máxima

Teste	Exatidão	AUC	Kappa
Interno	31,7949	0,404493	-
Externo	44,898	0,532313	0,0689655

Quadro 4 - Teste interno versus externo

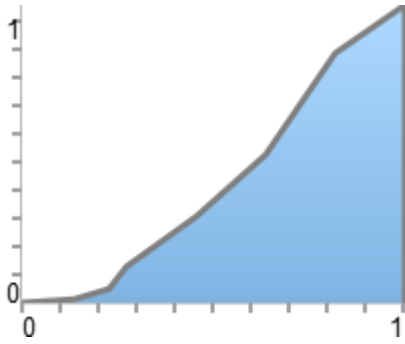


Figura 81 - Curva ROC do teste interno

Área total abaixo da curva (AUC): 0.40

Matriz de confusão		
	Verdadeira presença	Verdadeira ausência
Presença predita	50 (a)	10 (b)
Ausência predita	123 (c)	12 (d)
Limiar 50%		

Quadro 5 - Presença predita versus ausência predita para o teste interno

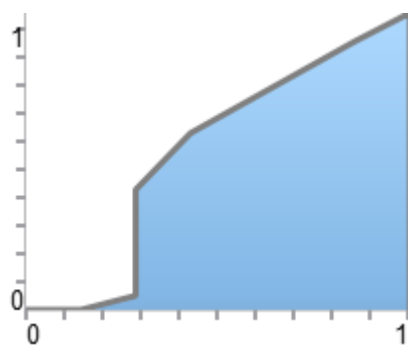


Figura 22 - Curva ROC do teste externo

Área total abaixo da curva (AUC): 0,53

Matriz de confusão		
	Verdadeira presença	Verdadeira ausência
Presença predita	17 (a)	2 (b)
Ausência predita	25 (c)	5 (d)
Limiar 50%		

Quadro 6 - Presença predita versus ausência predita para o teste externo

4.8. Resultados relativos à análise SVM - *Support vector Machines*

Na cartografia apresentada na figura 23, encontram-se revelados os valores relacionados à análise SVM para os dados de armadilhas CDC. Neste método o grau de associação variou entre os 0,65 e os 0,9 aproximadamente. Na cartografia observada os valores descritos têm um grau de associação bastante positivo tendo em conta que o valor mais baixo é um valor médio e o valor mais elevado apresentou uma associação elevada. É ainda possível verificar que a cor predominante é, sem dúvida, a dos valores mais elevados sendo que a maior parte do território de Portugal continental aparenta um grau de associação adjacente a 0,9.

Como pode ser observado no quadro 7, os valores de exatidão do teste interno foram de, aproximadamente, 89%, contrastando com cerca de 86% de exatidão do teste externo, valores que se revelam muito positivos e idênticos aos resultados do método das redes neuronais artificiais. O mesmo quadro indica ainda a área abaixo da curva, que tem um valor de 0,61 para o teste interno (figura 24) e 0,56 para o teste externo (figura 25), resultados que podem ser apontados como razoáveis.

No que ao teste interno diz respeito (quadro 8), foram utilizadas 195 colheitas, sendo que todas elas foram consideradas como presenças previstas. Dessas, foram identificadas 173 presenças positivas verdadeiras e 22 presenças positivas falsas.

Relativamente ao teste externo (quadro 9), foram utilizadas 49 validações das armadilhas CDC no modelo, sendo que todas elas foram consideradas como presenças previstas. Dessas, 42 foram consideradas presenças positivas verdadeiras e 7 presenças positivas falsas.

Os resultados para este método revelaram-se bastante positivos e semelhantes aos do modelo das redes neuronais artificiais. No entanto, realizando uma comparação entre ambos, as RNA indicam uma conjugação de todas as análises mais positiva e com valores mais elevados, tratando-se do método mais eficaz na predição de presenças e ausências do mosquito vetor de doenças *Culex pipiens*.

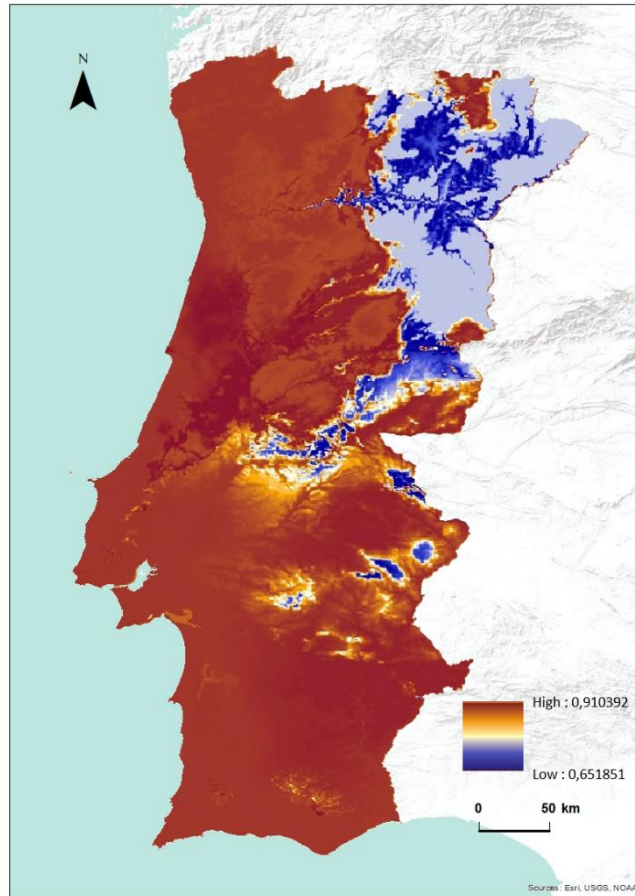


Figura 23 - Análise fuzzy SVM

Teste	Exatidão	AUC	Kappa
Interno	88,7179	0,608119	0
Externo	85,7143	0,557823	0

Quadro 7 - Teste interno versus externo

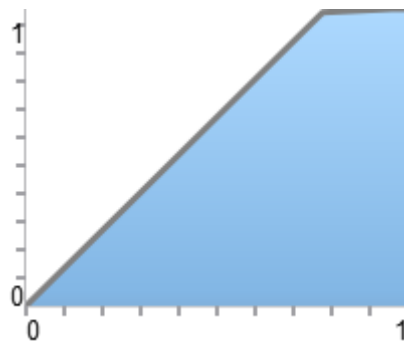


Figura 24 - Curva ROC do teste interno

Área total abaixo da curva (AUC): 0,61

Matriz de confusão		
	Verdadeira presença	Verdadeira ausência
Presença predita	173 (a)	22 (b)
Ausência predita	0 (c)	0 (d)
Limiar 50%		

Quadro 8 - Presença predita versus ausência predita para o teste interno

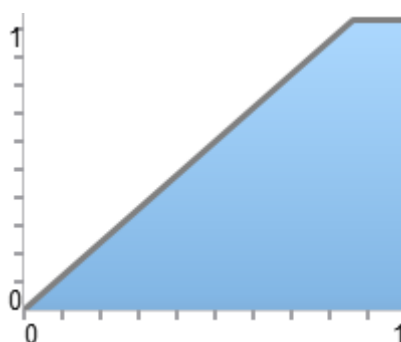


Figura 25 - Curva ROC do teste externo

Área total abaixo da curva (AUC): 0,56

Matriz de confusão		
	Verdadeira presença	Verdadeira ausência
Presença predita	42 (a)	7 (b)
Ausência predita	0 (c)	0 (d)
Limiar 50%		

Quadro 9 - Presença predita versus ausência predita para o teste externo

5. CONCLUSÕES

A presente dissertação permitiu a identificação de diversos fatores influenciadores da presença e distribuição do mosquito *Culex pipiens* em Portugal continental, tais como: temperatura amena; baixa precipitação; baixa altitude; proximidade a corpos de água; e, por último, áreas próximas a abrigos de animais.

A informação disponibilizada pelo IHMT permitiu identificar que aproximadamente 67% das colheitas de mosquitos realizadas através de armadilhas luminosas, detetam a existência da espécie em causa. É ainda relevante afirmar que a presença do mosquito *Culex pipiens* é registada em todos os 18 distritos de Portugal continental, mesmo que a sua abundância não se reflita igualmente por todo o país.

Nesta sequência, deve ser referido que a distribuição deste vetor tem focos de presença mais evidentes nas regiões próximas do litoral, principalmente no litoral algarvio, e que a sua abundância se reflete mais no sul do país, sendo que 59% das armadilhas que registaram a presença da espécie se localizavam nos distritos de Setúbal, Évora, Beja e Faro. Deve ainda ser mencionado que 36% das armadilhas onde o mosquito foi encontrado localizavam-se no distrito de Faro.

A análise anterior pode indicar, não só que a temperatura é um fator bastante condicionante para a presença de *Culex pipiens* em Portugal continental, devido ao litoral registar temperaturas mais amenas, mas também que a proximidade a corpos de água se pode revelar um agente muito importante na distribuição e abundância da espécie.

Através dos locais onde a espécie foi identificada, foi possível compreender uma correlação com áreas próximas a corpos de água e a abrigos de animais, o que pode ser justificado pelas suas preferências de alimentação e de reprodução, visto que esta espécie tem uma grande preferência por se alimentar em animais e por colocar os seus ovos em locais onde exista presença de água, desde pequenos recipientes até grandes e permanentes corpos aquáticos.

Das 3 variáveis bioclimáticas selecionadas para a elaboração desta dissertação, a precipitação positiva foi a que apresentou os resultados mais significativos. Esta variável indica que o seu grau de associação é tanto maior quanto menor a precipitação, sendo que, em cerca de 85% das validações realizadas com recurso às armadilhas CDC e IR, os dados apresentaram um elevado grau de associação.

Relativamente à altimetria, é relevante salientar que em cerca de 95% das validações onde o mosquito foi encontrado, a altitude não ultrapassava os 500 metros e, ainda, que a presença do mesmo foi identificada em altitudes até aos 200 metros em 76% das validações. Também esta observação se pode encontrar relacionada à temperatura, visto que altitudes mais elevadas apresentam geralmente temperaturas mais baixas.

Relativamente aos métodos utilizados, é relevante referir que, para esta dissertação e tendo em conta os dados existentes, o método que se revelou menos eficaz na previsão de presenças e ausências do vetor de doenças foi o da máxima entropia, visto ter apresentado bastantes erros de predição, bem como baixos valores de grau de associação, precisão e área abaixo da curva.

Por último, o modelo realizado mais indicado para a compreensão da expressão do mosquito *Culex pipiens* em Portugal continental foi o das Redes Neurais Artificiais, cujos valores de associação se mostraram bastante elevados, e cuja expressão no território se mostrava praticamente homogénea. Este método revelou ainda uma grande capacidade de previsão de presenças e ausências em território nacional, resultando assim em valores elevados de precisão e área abaixo da curva.

BIBLIOGRAFIA

- Aburas, H. M., Cetiner, B. G., & Sari, M. (2010). Dengue confirmed-cases prediction: A neural network model. *Expert Systems with Applications*. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.077>.
- Almirón, W. R., Humeres, S. G., Gardenal, C. N. (1995). Distribution and Hybridization between *Culex pipiens* and *Culex quinquefasciatus* (Diptera: Culicidae) in Argentina. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro*, V(90(4)), 469-473.
- Amraoui, F., Tijane, M., Sarih, M., Failloux, A. (2012). Molecular evidence of *Culex pipiens* form *molestus* and hybrids *pipiens/molestus* in Morocco, North Africa. *Parasites & Vectors*, 5:83. Disponível em: <http://www.parasitesandvectors.com/5/1/83>.
- Ancalla, L. (2005) O método da máxima entropia para a reconstrução da distribuição pino a pino do fluxo de nêutrons em um elemento combustível.
- Becker, N., Jöst, A., Weitzel, T. (2012). The *Culex pipiens* Complex in Europe. *Journal of the American Mosquito Control Association*, V(28). doi: 10.2987/8756-971X-28.4s.53.

- Bentley, M. T., Kaufman, P. E., Kline, D. L., & Hogsette, J. A. (2009). Response of Adult Mosquitoes to Light-emitting Diodes Placed in Resting Boxes and in the Field. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 25(3), 285–291. <https://doi.org/10.2987/08-5815.1>.
- Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2003.10.002>.
- Bisognin, G. (2007). Utilização de Máquinas de Suporte Vetorial Para Predição de Estruturas Terciárias de Proteínas.
- Cagas, P., & Bush, C. A. (1992). Conformations of type 1 and type 2 oligosaccharides from ovarian cyst glycoprotein by nuclear overhauser effect spectroscopy and T1 simulations. *Biopolymers*, 32(3), 277–292. <https://doi.org/10.1002/bip.360320308>.
- Calzolari, M., Bonilauri, P., Bellini, R., Albieri, A., Defillippo, F., Maioli, G., Galletti, G., Gelati, A., Barbieri, I., Tamba, M., Lelli, D., Carra, E., Cordioli, P., Angelini, P., Dottori, M. (2010). Evidence of Simultaneous Circulation of West Nile and Usutu Viruses in Mosquitoes Sampled in Emilia-Romagna Region (Italy) in 2009. *PLoS ONE*, V(5), issue 12, e14324.
- Capinha, C. (2009). O mosquito vector da malária anopheles atroparvus, van thiel, 1927: adequabilidade de habitat em Portugal continental e potenciais alterações futuras do seu espaço, 103. Retrieved from <http://repositorio.ul.pt/handle/10451/422>.
- Chen, L., Xuan, J., Riggins, R. B., Clarke, R., & Wang, Y. (2011). Identifying cancer biomarkers by network-constrained support vector machines. *BMC Systems Biology*, 5. <https://doi.org/10.1186/1752-0509-5-161>.
- Clark, A. (2017). Small unmanned aerial systems comparative analysis for the application to coastal erosion monitoring. *GeoResJ*, 13, 175–185. <https://doi.org/10.1016/J.GRJ.2017.05.001>.
- Conley, A. K., Fuller, D. O., Haddad, N., Hassan, A. N., Gad, A. M., & Beier, J. C. (2014). Modeling the distribution of the West Nile and Rift Valley Fever vector *Culex pipiens* in arid and semi-arid regions of the Middle East and North Africa. *Parasites and Vectors*, 7(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-289>.

- Fritz, M. L., Walker, E. D., Miller, J. R., Severson, D. W., Dworkin, I. (2015). Divergent host preferences of above- and below-ground *Culex pipiens* mosquitoes and their hybrid offspring. *The Royal Entomological Society, Medical and Veterinary Entomology*, V(29), 115-123. doi: 10.1111/mve.12096.
- Fros, J. J., Miesen, P., Vogels, C. B., Gaibani, P., Sambri, V., Martina, B.E., Koenraadt, C. J., Rij, R. P., Vlak, J. M., Takken, W., Pijlman, G. P. (2015). Comparative Usutu and West Nile virus transmission potential by local *Culex pipiens* mosquitoes in north-western Europe. *One Health*, V(1), 31-36. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2015.08.002>.
- Gartner, J. (2016). Stream Power: Origins, Geomorphic Applications, and GIS Procedures. *Water Publications*, 35. Retrieved from http://scholarworks.umass.edu/water_publications/1.
- Gomes, B., Kioulos, E., Papa, A., Almeida, A. P. G., Vontas, J., Pinto, J. (2013). Distribution and hybridization of *Culex pipiens* forms in Greece during the West Nile virus outbreak of 2010. *Infection, Genetics and Evolution*, V(16), 218-225.
- Gomes, B., Parreira, R., Sousa, C.A., Novo, M. T., Almeida, A. P. G., Donnelly, M. J., Pinto, J. (2012). The *Culex pipiens* complex in continental Portugal: distribution and genetic structure. *The American Mosquito Control Association*, V(28), 75-79.
- Gomes, B., Sousa, C. A., Vicente, J. L., Pinho, L., Calderón, I., Arez, E., Almeida, A. P. G., Donnelly, M. J., Pinto, J. (2013). Feeding patterns of *molestus* and *pipiens* forms of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in a region of high hybridization. *Parasites & Vectors*, 6:93. Disponível em: <http://www.parasitesandvectors.com/content/6/1/93>.
- Gomes, B., Wilding, C. S., Weetman, D., Sousa, C. A., Novo, M. T., Savage, H. M., Almeida, A. P. G., Pinto, J., Donnelly, M. J. (2015). Limited genomic divergence between intraspecific forms of *Culex pipiens* under different ecological pressures. *BioMed Central Evolutionary Biology*. Doi: 10.1186/s12862-015-0477-z.
- Guyon, I., Weston, J., Barnhill, S. (2002). Gene Selection for Cancer Classification using Support Vector Machines. *Machine Learning*, 46, 389–422, 2002.
- Harbach, R., Harrison, B., & Gad, A. (1984). *Culex* (*Culex*) *Molestus* Forskål (Diptera: Culicidae): neotype designation, description, variation, and taxonomic status. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 86(3), 521–542.

- Hsu, C. W., & Lin, C. J. (2002). A comparison of methods for multiclass support vector machines. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 13(2), 415–425. <https://doi.org/10.1109/72.991427>.
- Huang, S., Molaei, G., Andreadis, T. G. (2008). Genetic Insights into the Population Structure of *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) in the Northeastern United States by Using Microsatellite Analysis. *The American Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 79(4), 518–527.
- Kilpatrick, A. M., Kramer, L. D., Jones, M. J., Marra, P. P., Daszak, P. (2006). West Nile Virus Epidemics in North America Are Driven by Shifts in Mosquito Feeding Behavior. *PLoS Biology*, 4(4), 606-610.
- Leggewie, M., Badusche, M., Rudolf, M., Jansen, S., Börstler, J., Krumkamp, R., Huber, K., Krüger, A., Schmidt-Chanasit, J., Tannich, E., Becker, S.C. (2016). *Culex pipiens* and *Culex torrentium* populations from Central Europe are susceptible to West Nile virus infection. *One Health*, 2(2), 88-94. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.onehlt.2016.04.001>.
- Lorenz, C., Ferraudo, A. S., & Suesdek, L. (2015). Artificial Neural Network applied as a methodology of mosquito species identification. *Acta Tropica*, 152, 165–169. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2015.09.011>.
- Marques, M. (2014). Mosquitos invasores na Europa e importância da sua vigilância em Portugal.
- Martins, A. R. C.-R. (2008). Diferenciação genética e morfológica entre as formas *pipiens* e *molestus* do mosquito (Diptera: Culicidae) *Culex pipiens* L. da região da comarca, Setúbal, Portugal, 43.
- Ministério da Saúde: Direção-Geral da Saúde. Memorando sobre o vector transmissor do Vírus do Nilo Ocidental (VNO) - Mosquito da espécie *Culex pipiens*.
- Moghaddamnia, A., Ghafari Gousheh, M., Piri, J., Amin, S., Han, D. (2009). Evaporation estimation using artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference system techniques. *Advances in Water Resources*, 32(1), 88–97. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2008.10.005>.
- Monteiro-Henriques, T., Martins, M. J., Cerdeira, J. O., Silva, P. C., Arsénio, P., Silva, Á., Bellu, A., Costa, J.C. (2016). Bioclimatological mapping tackling uncertainty

- propagation: application to mainland Portugal. *International Journal of Climatology* 36(1): 400-411. doi:10.1002/joc.4357.
- Muñoz, J., Ruiz, S., Soriguer, R., Alcaide, M., Viana, D. S., Roiz, D., Vázquez, A., Figuerola, J. (2012). Feeding Patterns of Potential West Nile Virus Vectors in South-West Spain. *PLoS ONE*, V(7), issue 6, e39549.
- Nisar Ahamed, T. R., Gopal Rao, K., & Murthy, J. S. R. (2000). GIS-based fuzzy membership model for crop-land suitability analysis. *Agricultural Systems*, 63(2), 75–95. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(99\)00036-0](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(99)00036-0).
- Organisation mondiale de la Santé. (OMS, 1999). *La lutte antivectorielle - Méthodes à usage individuel et communautaire*. Genève: Organisation mondiale de la Santé.
- Petersen, L. R., Marfin, A. A. (2002). West Nile Virus: A Primer for the Clinician. *Annals of Internal Medicine*, V(137), 173-179.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190(3–4), 231–259. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLMODEL.2005.03.026>.
- Rudolf, M., Czajka, C., Börstler, J., Melaun, C., Jöst, H., Thien, H., Badusche, M., Becker, N., Schmidt-Chanasit, J., Krüger, A., Tannich, E., Becker, S. (2013). First Nationwide Surveillance of *Culex pipiens* Complex and *Culex torrentium* Mosquitoes Demonstrated the Presence of *Culex pipiens* Biotype *pipiens/molestus* Hybrids in Germany. *PLOS ONE*, V(8), issue 9, e71832.
- Vinogradova, E.B. (2000) *Culex pipiens pipiens* mosquitoes: taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetics, applied importance and control. Pensoft, Sofia-Moscow. 250 pp.
- Vinogradova, E.B., Shaikevich, E.V., Ivanitsky, A.V. (2007). A study of the distribution of the *Culex pipiens* complex (Insecta: Diptera: Culicidae) mosquitoes in the European part of Russia by molecular methods of identification. *Comparative Cytogenetics*, V(1), N. 2, 129-138. ISSN 1993-0771.
- Warren, D. L., Seifert, S. N. (2011). Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological Applications*, 21(2), 2011, pp. 335–342.

Zhang, G., Eddy Patuwo, B., & Y. Hu, M. (1998). Forecasting with artificial neural networks:: The state of the art. *International Journal of Forecasting*, 14(1), 35–62.
[https://doi.org/10.1016/S0169-2070\(97\)00044-7](https://doi.org/10.1016/S0169-2070(97)00044-7).

ANEXOS

FID	x	y	piens	pres_ausen
0	40.166667	-7.166667	1	1
1	40.016667	-7.45	0	0
2	40.15	-7.416667	2	1
3	40.35	-7	1	1
4	40.3	-7.216667	0	0
5	40.333333	-7.116667	3	1
6	40.416667	-7.7	0	0
7	40.966667	-7.55	0	0
8	40.966667	-7.55	0	0
9	40.983333	-7.666667	1	1
10	40.933333	-7.433333	10	1
11	40.933333	-7.533333	0	0
12	40.933333	-7.533333	0	0
13	40	-8.333333	4	1
14	39.9	-8.316667	12	1
15	39.9	-8.433333	38	1
16	39.966667	-8.45	7	1
17	40	-8.516667	7	1
18	40	-8.733333	7	1

19	39.816667	-8.6	2	1
20	39.883333	-8.633333	12	1
21	41.45	-8.066667	6	1
22	41.716667	-8.3	2	1
23	41.733333	-8.25	1	1
24	41.533333	-8.616667	1	1
25	41.5	-8.766667	5	1
26	38.4	-7.833333	6	1
27	40.85	-8.616667	132	1
28	40.966667	-8.616667	11	1
29	40.783333	-8.616667	68	1
30	40.633333	-8.633333	4	1
31	40.683333	-8.583333	5	1
32	40.6	-8.733333	6	1
33	40.6	-8.666667	12	1
34	38.65	-9.183333	6	1
35	40.633333	-8.7	9	1
36	40.633333	-8.633333	49	1
37	39.116667	-7.283333	1	1
38	39.05	-7.433333	6	1
39	39.133333	-7.583333	7	1
40	39.183333	-7.65	2	1
41	38.8	-8.216667	6	1
42	38.8	-8.216667	0	0
43	38.933333	-8.15	4	1
44	39.05	-8.166667	1	1
45	39.283333	-8.65	2	1
46	39.283333	-8.65	2	1
47	39.333333	-8.516667	4	1
48	39.333333	-8.516667	3	1
49	37.85	-8.783333	2	1
50	37.952547	-8.860553	1	1
51	38.083333	-8.8	64	1
52	38.116667	-8.783333	12	1
53	37.983333	-8.55	4	1
54	38.1	-8.716667	3	1
55	38	-8.683333	0	0
56	38	-8.683333	16	1
57	38	-8.683333	6	1
58	38.083333	-8.8	141	1
59	38.1	-8.75	51	1
60	38.083333	-8.783333	1	1
61	38.3808	-8.78255	10	1
62	38.3808	-8.78255	2	1
63	38.3808	-8.78255	45	1
64	38.4	-8.75	35	1
65	38.3	-8.183333	34	1
66	38.366667	-8.5	7	1
67	37.433333	-7.766667	1	1
68	37.316667	-7.8	2	1
69	37.166667	-7.8	2	1
70	37.1	-7.65	7	1

71	37.016667	-7.833333	0	0
72	37.016667	-7.833333	3	1
73	37.068	-7.717	6	1
74	37.068	-7.717	7	1
75	37	-7.933333	39	1
76	37.033333	-7.966667	103	1
77	37.033333	-7.966667	0	0
78	37.099723	-8.672209	1	1
79	37.15	-8.633333	0	0
80	37.15	-8.633333	27	1
81	38.966667	-8.8	39	1
82	38.75	-8.9	6	1
83	38.733333	-8.933333	15	1
84	37.133333	-8.533333	1	1
85	37.15	-8.633333	27	1
86	37.099723	-8.672209	141	1
87	37.124703	-8.583888	17	1
88	37.068	-7.717	0	0
89	37.068	-7.717	0	0
90	37.068	-7.717	1	1
91	37.068	-7.717	1	1
92	37.099723	-8.672209	56	1
93	37.099723	-8.672209	122	1
94	37.099723	-8.672209	39	1
95	37.099723	-8.672209	14	1
96	37.15	-8.633333	14	1
97	37.15	-8.633333	20	1
98	38.916667	-8.883333	3	1
99	38.966667	-8.8	0	0
100	38.966667	-8.8	0	0
101	38.966667	-8.8	0	0
102	38.75	-8.9	8	1
103	38.75	-8.9	8	1
104	38.366667	-8.5	5	1
105	38.383333	-8.566667	3	1
106	38.383333	-8.616667	1	1
107	38.366667	-8.65	0	0
108	38.4	-8.7	7	1
109	38.4	-8.75	0	0
110	38.390417	-8.772733	1	1
111	38.3808	-8.78255	18	1
112	38.351567	-8.7749	1	1
113	38.916667	-8.883333	178	1
114	38.966667	-8.8	10	1
115	38.966667	-8.8	24	1
116	38.966667	-8.8	2	1
117	38.966667	-8.8	32	1
118	38.75	-8.9	5	1
119	38.75	-8.95	5	1
120	37.15	-8.633333	0	0
121	37.15	-8.633333	6	1
122	37.099723	-8.672209	15	1

123	37.033333	-7.966667	25	1
124	37.068	-7.717	8	1
125	37.068	-7.717	8	1
126	37.068	-7.717	1	1
127	37.068	-7.717	2	1
128	37.216667	-7.433333	3	1
129	37.216667	-7.433333	160	1
130	37.216667	-7.433333	16	1
131	37.1	-7.65	12	1
132	37.1	-7.65	1	1
133	37.068	-7.717	1	1
134	37.068	-7.717	7	1
135	37.068	-7.717	9	1
136	37.068	-7.717	8	1
137	41.616667	-8.35	12	1
138	41.683333	-8.433333	3	1
139	41.716667	-8.3	1	1
140	41.716667	-8.3	1	1
141	41.5	-8.766667	1	1
142	41.516667	-8.583333	1	1
143	39.166667	-9.116667	3	1
144	39.166667	-9.116667	12	1
145	39.1	-9.216667	6	1
146	39.016667	-9.366667	4	1
147	39	-9.35	8	1
148	39	-9.35	1	1
149	37.068	-7.717	2	1
150	37.068	-7.717	19	1
151	37.068	-7.717	3	1
152	37.05	-8.033333	3	1
153	37.033333	-8.033333	216	1
154	37.033333	-8.033333	1776	1
155	37.05	-8.05	3	1
156	37.05	-8.05	45	1
157	37.05	-8.033333	0	0
158	37.05	-8.05	22	1
159	37.033333	-8.033333	1279	1
160	37.033333	-8.033333	139	1
161	37.068	-7.717	19	1
162	37.068	-7.717	0	0
163	37.068	-7.717	0	0
164	38.338183	-7.510683	4	1
165	38.338183	-7.510683	24	1
166	38.423433	-7.44435	5	1
167	38.347533	-7.37245	3	1
168	38.3012	-7.248567	0	0
169	38.2	-7.233333	1	1
170	38.2	-7.233333	1	1
171	38.22585	-7.330467	1	1
172	38.217017	-7.542233	36	1
173	38.217017	-7.542233	49	1
174	38.2953	-7.581117	5	1

175	38.2953	-7.581117	7	1
176	37.05	-8.05	2	1
177	37.05	-8.05	9	1
178	37.033333	-8.033333	617	1
179	37.033333	-8.033333	159	1
180	37.033333	-8.033333	33	1
181	37.05	-8.033333	3	1
182	37.033333	-7.966667	65	1
183	37.068	-7.717	7	1
184	37.068	-7.717	6	1
185	37.068	-7.717	0	0
186	38.966667	-8.8	7	1
187	38.966667	-8.8	24	1
188	38.966667	-8.8	5	1
189	38.75	-8.9	0	0
190	38.966667	-8.8	7	1
191	38.966667	-8.8	24	1
192	38.966667	-8.8	5	1
193	38.75	-8.9	0	0
194	38.75	-8.9	3	1
195	38.966667	-8.8	4	1
196	37.068	-7.717	5	1
197	37.068	-7.717	6	1
198	37.05	-8.05	226	1
199	37.033333	-8.033333	187	1
200	37.033333	-8.033333	241	1
201	37.068	-7.717	5	1
202	37.068	-7.717	29	1
203	37.068	-7.717	22	1
204	37.033333	-7.966667	19	1
205	37.05	-8.05	236	1
206	37.033333	-8.033333	2063	1
207	37.033333	-8.033333	481	1
208	37.033333	-8.033333	160	1
209	37.05	-8.05	109	1
210	37.033333	-8.033333	90	1
211	37.033333	-8.033333	69	1
212	37.033333	-8.033333	73	1
213	37.068	-7.717	12	1
214	37.068	-7.717	6	1
215	37.068	-7.717	2	1
216	37.033333	-8.033333	10	1
217	37.033333	-8.033333	1	1
218	37.033333	-7.966667	41	1
219	37.033333	-7.966667	17	1
220	37.033333	-7.966667	13	1
221	37.1	-8.316667	66	1
222	37.1	-8.316667	42	1
223	37.083333	-8.133333	98	1
224	37.083333	-8.133333	223	1
225	37.062748	-8.082779	2	1
226	37.05	-8.05	3	1

227	37.033333	-8.033333	26	1
228	37.05	-7.95	105	1
229	37.033333	-7.966667	17	1
230	37.033333	-8.033333	13	1
231	37.1	-8.316667	8	1
232	37.083333	-8.133333	0	0
233	37.083333	-8.133333	4	1
234	37.062748	-8.082779	0	0
235	37.05	-8.05	5	1
236	37.033333	-8.033333	17	1
237	37.033333	-8.033333	8	1
238	37.1	-8.316667	1	1
239	37.083333	-8.133333	2	1
240	37.083333	-8.133333	6	1
241	37.062748	-8.082779	1	1
242	37.05	-8.05	4	1
243	37.033333	-8.033333	7	1
244	37.033333	-8.033333	9	1

Anexo 1 - Dados de presença e ausência para armadilhas CDC

FID	x	y	pipiens	pres_ausen	COTA (m)
0	39.816667	-7.483333	0	0	6,525
1	39.816667	-7.483333	0	0	22,996
2	39.733333	-7.616667	6	1	11,1
3	39.816667	-7.25	0	0	11,1
4	40.166667	-7.166667	1	1	25
5	40.033333	-7.266667	3	1	25,171
6	39.816667	-7.25	0	0	25,171
7	40.483333	-7.216667	0	0	25,171
8	40.416667	-7.133333	0	0	25,171
9	40.35	-7	0	0	25,171
10	40.3	-7.216667	0	0	25,171
11	40.3	-7.216667	0	0	25,171
12	40.35	-7	0	0	25,171
13	40.416667	-7.133333	0	0	25,171
14	40.483333	-7.216667	2	1	19,21
15	40.416667	-7.383333	0	0	19,21
16	40.433333	-7.516667	0	0	38
17	40.416667	-7.7	2	1	21,499
18	40.35	-7.85	0	0	133,042
19	40.416667	-7.7	1	1	48,717
20	40.95	-7.566667	0	0	20,11
21	40.95	-7.566667	0	0	133,042
22	40.966667	-7.65	0	0	100
23	40.966667	-7.7	1	1	13

24	40.966667	-7.7	1	1	38
25	40.966667	-7.7	5	1	13
26	40.983333	-7.666667	0	0	166,305
27	40.983333	-7.666667	3	1	25
28	40.966667	-7.65	1	1	25
29	40.983333	-7.666667	3	1	25
30	40.983333	-7.666667	0	0	25
31	40.85	-7.716667	0	0	19,21
32	40.883333	-7.733333	0	0	16
33	40.733333	-7.8	0	0	26
34	40.733333	-7.8	0	0	25
35	40.733333	-7.8	0	0	16
36	40.733333	-7.8	0	0	103,65
37	40.733333	-7.8	0	0	347,721
38	40.933333	-7.433333	0	0	50,603
39	40.933333	-7.416667	0	0	34,5
40	40.933333	-7.433333	2	1	19
41	40.933333	-7.433333	0	0	19
42	40.716667	-7.316667	1	1	25
43	40.883333	-6.95	0	0	25
44	40.883333	-6.95	0	0	25
45	40.883333	-6.95	10	1	25
46	40.933333	-7.533333	0	0	141,215
47	40.933333	-7.533333	0	0	22
48	40.983333	-7.316667	0	0	10
49	40.983333	-7.316667	0	0	11
50	40.933333	-7.533333	0	0	20
51	40.933333	-7.533333	0	0	499,794
52	41.2	-7	0	0	35,382
53	41.2	-7	0	0	102
54	41.2	-7	1	1	201,706
55	41.266667	-6.8	1	1	377,516
56	41.266667	-6.8	0	0	36,209
57	41.266667	-6.75	0	0	36,209
58	41.383333	-6.683333	0	0	100
59	41.466667	-6.566667	0	0	19
60	41.516667	-6.55	0	0	19
61	41.516667	-6.55	0	0	19
62	41.45	-7.25	10	1	34,574
63	41.45	-7.25	0	0	34,574
64	41.433333	-7.283333	1	1	281,976
65	41.433333	-7.283333	1	1	21,751
66	41.433333	-7.333333	64	1	25
67	41.433333	-7.5	0	0	75
68	41.616667	-7.5	0	0	50
69	41.616667	-7.5	0	0	150
70	41.616667	-7.5	0	0	182,535
71	41.733333	-7.466667	0	0	175
72	41.733333	-7.466667	1	1	157,853
73	41.75	-7.316667	0	0	225
74	41.75	-7.316667	0	0	165,254
75	41.75	-7.316667	0	0	165,254

76	41.7	-7.183333	0	0	79,065
77	41.7	-7.183333	1	1	200
78	41.633333	-7.183333	4	1	25,181
79	41.633333	-7.183333	0	0	125,253
80	41.666667	-7.05	3	1	259,637
81	41.766667	-7.016667	0	0	259,637
82	41.85	-6.95	0	0	220,164
83	41.85	-6.95	0	0	220,164
84	41.85	-6.95	0	0	61,253
85	41.85	-6.95	0	0	125
86	41.85	-6.95	0	0	125
87	41.883333	-6.816667	0	0	125
88	41.866667	-6.75	0	0	79,677
89	41.866667	-6.75	0	0	216,253
90	41.8	-6.7	0	0	216,253
91	41.416667	-6.983333	0	0	216,253
92	41.416667	-6.983333	0	0	153,77
93	41.4	-6.966667	0	0	153,77
94	41.4	-6.966667	0	0	100
95	41.366667	-6.966667	0	0	300
96	41.283333	-7.1	0	0	300
97	41.283333	-7.1	0	0	236,353
98	39.55	-7.983333	6	1	350
99	39.55	-7.983333	20	1	333
100	39.633333	-7.966667	0	0	319
101	39.733333	-7.916667	23	1	337
102	39.8	-8.1	3	1	326
103	39.666667	-8.183333	4	1	322
104	39.9	-8.133333	0	0	340
105	40.016667	-8.1	1	1	354
106	40.1	-8.1	0	0	353
107	40.166667	-8.1	0	0	339
108	40.216667	-8.033333	0	0	375
109	40.266667	-8.033333	1	1	24,266
110	40.266667	-8.266667	2	1	175
111	40.116667	-8.533333	2	1	296
112	39.933333	-8.783333	16	1	300
113	39.816667	-8.833333	11	1	311
114	39.666667	-8.9	122	1	44,668
115	39.65	-8.816667	3	1	100
116	39.65	-8.566667	0	0	100
117	39.516667	-8.533333	68	1	100
118	39.633333	-8.35	19	1	100
119	39.683333	-8.3	4	1	75
120	39.683333	-8.3	1	1	75
121	39.816667	-8.383333	2	1	200
122	41.166667	-8.683333	3	1	200
123	41.333333	-8.733333	11	1	345,812
124	41.333333	-8.733333	33	1	75
125	41.25	-8.483333	1	1	62,046
126	41.283333	-8.15	0	0	150
127	41.333333	-7.833333	0	0	150

128	41.483333	-8.183333	2	1	260,982
129	41.533333	-7.816667	0	0	176
130	41.733333	-7.666667	0	0	25
131	41.75	-7.7	0	0	275
132	41.833333	-8.366667	0	0	275
133	41.833333	-8.366667	0	0	25
134	41.85	-8.283333	1	1	25
135	41.8	-8.85	0	0	25
136	41.5	-8.766667	1	1	223,872
137	38.7	-8.966667	0	0	43,267
138	38.016667	-7.8	2	1	25
139	38.016667	-7.8	2	1	25
140	37.95	-7.616667	0	0	25
141	37.95	-7.616667	0	0	25
142	37.95	-7.616667	0	0	25
143	37.833333	-7.516667	0	0	25
144	37.666667	-7.483333	0	0	175
145	37.633333	-7.65	2	1	175
146	37.7	-7.766667	6	1	250,88
147	37.7	-7.933333	0	0	250,88
148	38.4	-7.433333	6	1	153
149	38.4	-7.433333	0	0	153
150	38.416667	-7.533333	1	1	25
151	38.416667	-7.533333	5	1	200
152	38.383333	-7.35	1	1	200
153	38.383333	-7.35	2	1	200
154	38.366667	-7.333333	1	1	230,362
155	38.3	-7.25	12	1	230,362
156	38.116667	-7.066667	37	1	106,588
157	38.117	-6.971	1	1	95,161
158	38.1	-7.016667	0	0	95,161
159	38.1	-7.016667	0	0	95,161
160	38.133333	-7.45	0	0	7,885
161	37.916667	-7.4	1	1	7,885
162	37.916667	-7.4	1	1	200
163	37.933333	-7.583333	0	0	200
164	37.933333	-7.583333	1	1	200
165	38.766667	-7.316667	0	0	375
166	38.766667	-7.316667	0	0	44,702
167	38.766667	-7.316667	0	0	175
168	38.8	-7.266667	0	0	37,302
169	38.833333	-7.183333	2	1	21,37
170	38.833333	-7.183333	0	0	21,37
171	38.833333	-7.183333	1	1	21,37
172	38.866667	-7.15	1	1	21,37
173	38.866667	-7.15	1	1	21,37
174	38.866667	-7.15	0	0	21,37
175	38.716667	-7.383333	0	0	21,37
176	38.716667	-7.383333	2	1	21,37
177	38.716667	-7.383333	0	0	7,475
178	38.633333	-7.533333	7	1	7,475
179	38.633333	-7.533333	1	1	300

180	38.533333	-7.6	0	0	300
181	38.533333	-7.6	45	1	300
182	38.533333	-7.6	1	1	161
183	38.633333	-7.716667	0	0	175
184	38.2	-8.15	0	0	175
185	38.2	-8.15	1	1	175
186	40.7	-8.35	0	0	52,736
187	40.783333	-8.383333	0	0	52,736
188	41	-8.233333	1	1	25
189	41.033333	-8.616667	14	1	266,15
190	40.966667	-8.616667	1	1	266,15
191	40.966667	-8.616667	413	1	266,15
192	40.966667	-8.616667	151	1	24,209
193	41.033333	-8.333333	1	1	24,209
194	40.8	-8.483333	2	1	324,956
195	40.516667	-8.6	0	0	324,956
196	40.466667	-8.566667	1	1	324,956
197	40.716667	-8.166667	9	1	168,05
198	40.716667	-8.066667	0	0	168,05
199	41.1	-7.95	0	0	168,05
200	38.65	-9.183333	3	1	248,123
201	40.383333	-8.366667	0	0	297,192
202	40.533333	-8.65	0	0	297,192
203	40.3	-8.75	0	0	11,906
204	40.333333	-8.583333	0	0	12
205	40.183333	-8.783333	1	1	12
206	39.45	-8.183333	0	0	300
207	39.45	-8.183333	2	1	223
208	39.45	-7.933333	1	1	223
209	39.466667	-7.483333	0	0	223
210	39.4	-7.483333	0	0	194,059
211	39.25	-7.4	0	0	352,24
212	39.116667	-7.283333	2	1	250
213	39.116667	-7.283333	0	0	250
214	38.95	-7.283333	0	0	24,397
215	38.916667	-7.416667	0	0	12,232
216	38.916667	-7.416667	0	0	12,232
217	38.95	-7.65	6	1	10,089
218	38.95	-7.65	43	1	12,971
219	39.033333	-7.866667	0	0	12,971
220	38.883333	-8	0	0	9,957
221	38.883333	-8	0	0	12,971
222	38.883333	-8	0	0	10,089
223	38.716667	-7.983333	0	0	10,089
224	38.733333	-8.316667	4	1	10,089
225	38.933333	-8.15	0	0	10,089
226	38.8	-8.216667	2	1	12,971
227	38.8	-8.216667	3	1	10,089
228	38.8	-8.5	1	1	12,971
229	38.8	-8.5	0	0	10,089
230	38.95	-8.516667	2	1	12,971
231	38.85	-8.733333	14	1	36,334

232	38.85	-8.733333	4	1	186,339
233	38.95	-8.833333	0	0	87,6
234	38.95	-8.833333	0	0	25
235	39.1	-8.8	2	1	45,332
236	39.183333	-8.716667	16	1	275
237	39.383333	-8.783333	17	1	275
238	39.383333	-8.95	5	1	15,12
239	39.55	-8.966667	31	1	125
240	39.633333	-8.916667	13	1	25
241	39.233333	-8.016667	3	1	75
242	39.233333	-8.016667	0	0	125
243	39.216667	-8.25	0	0	25
244	39.133333	-8.683333	12	1	25
245	39.1	-8.566667	3	1	25
246	38.3808	-8.78255	1	1	25
247	38.351567	-8.7749	13	1	111,067
248	38.306317	-8.751	0	0	111,067
249	38.2909	-8.759067	0	0	384,794
250	38.2909	-8.759067	6	1	198,641
251	38.25	-8.733333	1	1	100
252	38.166667	-8.566667	0	0	400,865
253	38.116667	-8.783333	0	0	278,674
254	37.9	-8.583333	1	1	181,926
255	37.85	-8.783333	3	1	181,926
256	37.8	-8.666667	2	1	375
257	37.8	-8.666667	0	0	89,415
258	37.7	-8.65	0	0	50
259	37.7	-8.483333	1	1	295,834
260	37.6	-8.6	0	0	280,631
261	37.6	-8.683333	0	0	75,953
262	37.816667	-8.483333	4	1	400
263	38	-8.416667	0	0	125
264	38	-8.683333	16	1	75
265	38	-8.683333	11	1	165,723
266	38	-8.683333	2	1	317,457
267	37.933333	-8.383333	1	1	166,903
268	38.016667	-8.483333	0	0	331,839
269	38.166667	-8.566667	0	0	331,839
270	38.283333	-8.633333	0	0	350
271	38.133333	-8.716667	0	0	454,712
272	38.166667	-8.566667	0	0	250
273	38.166667	-8.566667	2	1	400
274	38.416667	-8.4	0	0	400
275	38.366667	-8.5	1	1	225
276	37.25	-7.466667	0	0	225
277	37.25	-7.466667	1	1	50
278	37.25	-7.466667	4	1	350,62
279	37.25	-7.466667	6	1	386,455
280	37.351	-7.445	0	0	126,573
281	37.351	-7.445	3	1	340,306
282	37.468	-7.474	0	0	400
283	37.468	-7.474	2	1	570,076

284	37.233333	-7.683333	0	0	38,294
285	37.166667	-7.8	18	1	566,26
286	37.316667	-7.8	3	1	219,006
287	37.433333	-7.766667	4	1	83,942
288	37.433333	-7.766667	2	1	219,785
289	37.266667	-7.85	1	1	272,573
290	37.166667	-7.9	9	1	75
291	37.166667	-7.9	7	1	65,279
292	37.05	-7.866667	17	1	527,603
293	37.05	-7.95	3	1	527,603
294	37.1	-7.95	19	1	63,022
295	37.1	-7.95	3	1	511,542
296	37.133333	-8.15	9	1	820,073
297	37.133333	-8.45	6	1	820,073
298	37.133333	-8.416667	2	1	184,807
299	37.183333	-8.433333	0	0	754,784
300	37.233333	-8.6	1	1	754,784
301	37.183333	-8.466667	0	0	550
302	37.266667	-8.55	1	1	509,514
303	37.3	-8.666667	7	1	509,514
304	37.233333	-8.833333	0	0	975
305	37.15	-8.733333	46	1	66,54
306	37.15	-8.633333	3	1	850
307	37.133333	-8.683333	19	1	850
308	37.15	-8.55	39	1	53,97
309	37.25	-8.283333	2	1	44,422
310	37.216667	-8.35	57	1	125
311	37.35	-8.366667	0	0	500
312	38.75	-8.95	7	1	374,655
313	38.733333	-8.933333	10	1	297,998
314	38.75	-8.9	1	1	525
315	38.75	-8.95	0	0	525
316	38.75	-8.9	0	0	525
317	38.966667	-8.8	2	1	525
318	38.966667	-8.8	1	1	525
319	38.966667	-8.8	27	1	542,443
320	38.966667	-8.8	1	1	92,129
321	38.75	-8.9	0	0	792,026
322	38.75	-8.9	1	1	641,399
323	38.716667	-8.933333	32	1	641,399
324	38.7	-8.966667	0	0	641,399
325	38.95	-9.016667	2	1	798,319
326	38.65	-9.183333	12	1	667,013
327	38.8	-9.333333	24	1	725
328	37.183333	-8.516667	1	1	667,013
329	37.124703	-8.583888	4	1	667,013
330	37.099723	-8.672209	2	1	575
331	37.099723	-8.672209	7	1	575
332	37.099723	-8.672209	5	1	575
333	37.124703	-8.583888	7	1	575
334	37.099723	-8.672209	10	1	636
335	37.099723	-8.672209	12	1	636

336	37.099723	-8.672209	7	1	42,647
337	37.099723	-8.672209	1	1	42,647
338	37.099723	-8.672209	4	1	42,647
339	37.099723	-8.672209	9	1	699,767
340	38.65	-9.183333	4	1	908,72
341	38.75	-8.9	1	1	908,72
342	38.75	-8.9	0	0	908,72
343	38.966667	-8.8	0	0	699,767
344	38.966667	-8.8	0	0	794,784
345	38.966667	-8.8	0	0	794,784
346	38.916667	-8.866667	8	1	802,296
347	38.916667	-8.883333	1	1	802,296
348	38.3808	-8.78255	4	1	802,296
349	38.3808	-8.78255	0	0	802,296
350	38.3808	-8.78255	0	0	380,832
351	38.351567	-8.7749	0	0	179,118
352	38.3808	-8.78255	0	0	71,776
353	38.3808	-8.78255	3	1	162,464
354	38.351567	-8.7749	0	0	17,002
355	38.916667	-8.883333	72	1	480,535
356	38.966667	-8.8	3	1	480,535
357	38.966667	-8.8	0	0	480,535
358	38.966667	-8.8	2	1	125
359	38.75	-8.9	1	1	521,341
360	37.15	-8.633333	0	0	521,341
361	37.099723	-8.672209	34	1	556,321
362	37.133333	-8.45	7	1	50
363	37.116667	-8.433333	0	0	240,857
364	41.266667	-8.666667	2	1	240,857
365	41.333333	-8.55	1	1	377,758
366	41.5	-8.566667	0	0	23
367	41.6	-8.683333	2	1	23
368	41.6	-8.683333	1	1	49,923
369	41.683333	-8.433333	4	1	1235,523
370	41.666667	-8.583333	0	0	650
371	41.75	-8.783333	31	1	678,455
372	41.8	-8.416667	0	0	795,875
373	41.716667	-8.3	0	0	795,875
374	41.616667	-8.35	0	0	900,079
375	41.916667	-8.65	0	0	900,079
376	41.516667	-8.583333	24	1	475
377	41.566667	-8.266667	1	1	475
378	41.516667	-8.3	0	0	500,192
379	39.233333	-9.3	4	1	750
380	39.233333	-9.3	2	1	441,126
381	39.233333	-9.3	0	0	441,126
382	39.233333	-9.3	3	1	600
383	39.216667	-9.25	3	1	325
384	39.166667	-9.116667	4	1	13,44
385	39.1	-9.216667	0	0	50
386	39	-9.35	11	1	30,997
387	38.933333	-9.333333	36	1	151,093

388	38.933333	-9.333333	1	1	650
389	38.933333	-9.333333	1	1	650
390	38.916667	-9.25	0	0	397,917
391	38.816667	-9.166667	5	1	200
392	38.2	-7.233333	1	1	104,304
393	38.347533	-7.37245	0	0	104,304
394	38.2953	-7.581117	6	1	90,247
395	38.217017	-7.542233	6	1	412,58
396	38.347533	-7.37245	0	0	412,58
397	38.966667	-8.8	3	1	412,58
398	38.966667	-8.8	0	0	385,033
399	38.966667	-8.8	3	1	385,033
400	38.966667	-8.8	0	0	582,898
401	38.75	-8.9	0	0	169,45
402	37.233333	-7.433333	3	1	186,267
403	37.2	-7.466667	2	1	494,434
404	37.2	-7.466667	2	1	494,434
405	37.25	-7.466667	0	0	130,919
406	37.283333	-7.45	1	1	355,271
407	37.351	-7.445	5	1	355,271
408	37.351	-7.445	30	1	850
409	37.351	-7.445	4	1	130,724
410	38.117	-6.971	6	1	762,672
411	38.117	-6.971	5	1	762,672
412	38.117	-6.971	5	1	762,672
413	38.133333	-6.983333	1	1	833,614
414	38.133333	-6.966667	0	0	805,675
415	38.2	-7.233333	1	1	526,314
416	38.117	-6.971	49	1	21,424
417	38.117	-6.971	0	0	33,198
418	38.133333	-6.983333	3	1	206,036
419	38.117	-6.971	5	1	206,036
420	38.117	-6.971	14	1	862,659
421	38.117	-6.971	2	1	862,659
422	38.117	-6.971	7	1	862,659
423	38.117	-6.971	1	1	862,659
424	37.233333	-7.433333	12	1	862,659
425	37.25	-7.466667	1	1	113,219
426	37.25	-7.466667	0	0	625
427	37.25	-7.45	0	0	625
428	37.2	-7.433333	4	1	893,88
429	37.2	-7.466667	2	1	236,894

Anexo 2 - Dados de presença e ausência para armadilhas IR

FID	x	y	pipiens	ppp_fuzzy	tmin_fuzzy	tmax_fuzzy
-----	---	---	---------	-----------	------------	------------

0	40.166667	-7.166667	1	1	1	0.624920011
1	40.016667	-7.45	0	0.95501101	1	0.536854029
2	40.15	-7.416667	2	0.733034015	1	0.684996009
3	40.35	-7	1	0.806989014	1	1
4	40.3	-7.216667	0	1	1	0.729687989
5	40.333333	-7.116667	3	1	1	1
6	40.416667	-7.7	0	0.642785013	1	1
7	40.966667	-7.55	0	1	1	1
8	40.966667	-7.55	0	1	1	1
9	40.983333	-7.666667	1	0.599380016	1	1
10	40.933333	-7.433333	10	1	1	1
11	40.933333	-7.533333	0	1	1	1
12	40.933333	-7.533333	0	1	1	1
13	40	-8.333333	4	0.672746003	1	1
14	39.9	-8.316667	12	0.644675016	0.858133018	1
15	39.9	-8.433333	38	0.735998988	0.85077697	1
16	39.966667	-8.45	7	0.711991012	0.83415103	1
17	40	-8.516667	7	0.693207026	0.892072022	1
18	40	-8.733333	7	1	0.562654018	1
19	39.816667	-8.6	2	0.781913996	0.898894012	1
20	39.883333	-8.633333	12	0.866730988	0.739964008	1
21	41.45	-8.066667	6	0.255546004	1	1
22	41.716667	-8.3	2	0.278254002	0.943368018	1
23	41.733333	-8.25	1	0.219831005	1	1
24	41.533333	-8.616667	1	0.41493699	0.615208983	1
25	41.5	-8.766667	5	0.482825994	0.577373028	1
26	38.4	-7.833333	6	1	0.725672007	0.528594017
27	40.85	-8.616667	132	0.661341012	0.587700009	1
28	40.966667	-8.616667	11	0.564894021	0.631506979	1
29	40.783333	-8.616667	68	0.733204007	0.574820995	1
30	40.633333	-8.633333	4	0.814777017	0.599497974	1
31	40.683333	-8.583333	5	0.782257974	0.590822995	1
32	40.6	-8.733333	6	0.909555018	0.566307008	1
33	40.6	-8.666667	12	0.896328986	0.603182971	1
34	38.65	-9.183333	6	1	0.442656994	0.716336012
35	40.633333	-8.7	9	0.894847989	0.565792978	1
36	40.633333	-8.633333	49	0.814777017	0.599497974	1
37	39.116667	-7.283333	1	1	0.658640027	0.436809987
38	39.05	-7.433333	6	1	0.640106022	0.452073008
39	39.133333	-7.583333	7	1	0.618655026	0.475333005
40	39.183333	-7.65	2	1	0.633819997	0.478390992
41	38.8	-8.216667	6	1	0.632771015	0.591570973
42	38.8	-8.216667	0	1	0.632771015	0.591570973
43	38.933333	-8.15	4	1	0.60939002	0.60819
44	39.05	-8.166667	1	1	0.62924099	0.683750987
45	39.283333	-8.65	2	1	0.549619973	0.780215025
46	39.283333	-8.65	2	1	0.549619973	0.780215025
47	39.333333	-8.516667	4	1	0.587391973	0.706207991
48	39.333333	-8.516667	3	1	0.587391973	0.706207991
49	37.85	-8.783333	2	1	0.485349	1
50	37.952547	-8.860553	1	1	0.487524003	1
51	38.083333	-8.8	64	1	0.489089996	0.883476019

52	38.116667	-8.783333	12	1	0.507282972	0.906642973
53	37.983333	-8.55	4	1	0.577710986	0.914031029
54	38.1	-8.716667	3	1	0.528042972	0.913589001
55	38	-8.683333	0	1	0.697899997	1
56	38	-8.683333	16	1	0.697899997	1
57	38	-8.683333	6	1	0.697899997	1
58	38.083333	-8.8	141	1	0.489089996	0.883476019
59	38.1	-8.75	51	1	0.48616001	0.810727
60	38.083333	-8.783333	1	1	0.482520998	0.836175978
61	38.3808	-8.78255	10	1	0.488682985	0.703387976
62	38.3808	-8.78255	2	1	0.488682985	0.703387976
63	38.3808	-8.78255	45	1	0.488682985	0.703387976
64	38.4	-8.75	35	1	0.490913004	0.681985021
65	38.3	-8.183333	34	1	0.586292982	0.554374993
66	38.366667	-8.5	7	1	0.496625006	0.568463981
67	37.433333	-7.766667	1	1	0.551944971	0.558295012
68	37.316667	-7.8	2	1	0.573652983	0.656270981
69	37.166667	-7.8	2	1	0.463225991	0.574629009
70	37.1	-7.65	7	1	0.376805007	0.433180004
71	37.016667	-7.833333	0	1	0.371784002	0.474694997
72	37.016667	-7.833333	3	1	0.371784002	0.474694997
73	37.068	-7.717	6	1	0.372581005	0.442505002
74	37.068	-7.717	7	1	0.372581005	0.442505002
75	37	-7.933333	39	1	0.368667006	0.503886998
76	37.033333	-7.966667	103	1	0.375073999	0.517399013
77	37.033333	-7.966667	0	1	0.375073999	0.517399013
78	37.099723	-8.672209	1	1	0.337265015	0.692762017
79	37.15	-8.633333	0	1	0.335182995	0.581116021
80	37.15	-8.633333	27	1	0.335182995	0.581116021
81	38.966667	-8.8	39	1	0.526696026	0.915881991
82	38.75	-8.9	6	1	0.492386997	0.730678976
83	38.733333	-8.933333	15	1	0.506843984	0.766582012
84	37.133333	-8.533333	1	1	0.359037995	0.546006978
85	37.15	-8.633333	27	1	0.335182995	0.581116021
86	37.099723	-8.672209	141	1	0.337265015	0.692762017
87	37.124703	-8.583888	17	1	0.336665988	0.535387993
88	37.068	-7.717	0	1	0.372581005	0.442505002
89	37.068	-7.717	0	1	0.372581005	0.442505002
90	37.068	-7.717	1	1	0.372581005	0.442505002
91	37.068	-7.717	1	1	0.372581005	0.442505002
92	37.099723	-8.672209	56	1	0.337265015	0.692762017
93	37.099723	-8.672209	122	1	0.337265015	0.692762017
94	37.099723	-8.672209	39	1	0.337265015	0.692762017
95	37.099723	-8.672209	14	1	0.337265015	0.692762017
96	37.15	-8.633333	14	1	0.335182995	0.581116021
97	37.15	-8.633333	20	1	0.335182995	0.581116021
98	38.916667	-8.883333	3	1	0.499736995	0.780332983
99	38.966667	-8.8	0	1	0.526696026	0.915881991
100	38.966667	-8.8	0	1	0.526696026	0.915881991
101	38.966667	-8.8	0	1	0.526696026	0.915881991
102	38.75	-8.9	8	1	0.492386997	0.730678976
103	38.75	-8.9	8	1	0.492386997	0.730678976

104	38.366667	-8.5	5	1	0.496625006	0.568463981
105	38.383333	-8.566667	3	1	0.515082002	0.675990999
106	38.383333	-8.616667	1	1	0.508397996	0.716302991
107	38.366667	-8.65	0	1	0.530040979	0.749352992
108	38.4	-8.7	7	1	0.50524199	0.695554018
109	38.4	-8.75	0	1	0.490913004	0.681985021
110	38.390417	-8.772733	1	1	0.491075993	0.696475983
111	38.3808	-8.78255	18	1	0.488682985	0.703387976
112	38.351567	-8.7749	1	1	0.489695996	0.711978018
113	38.916667	-8.883333	178	1	0.499736995	0.780332983
114	38.966667	-8.8	10	1	0.526696026	0.915881991
115	38.966667	-8.8	24	1	0.526696026	0.915881991
116	38.966667	-8.8	2	1	0.526696026	0.915881991
117	38.966667	-8.8	32	1	0.526696026	0.915881991
118	38.75	-8.9	5	1	0.492386997	0.730678976
119	38.75	-8.95	5	1	0.492278993	0.752011001
120	37.15	-8.633333	0	1	0.335182995	0.581116021
121	37.15	-8.633333	6	1	0.335182995	0.581116021
122	37.099723	-8.672209	15	1	0.337265015	0.692762017
123	37.033333	-7.966667	25	1	0.375073999	0.517399013
124	37.068	-7.717	8	1	0.372581005	0.442505002
125	37.068	-7.717	8	1	0.372581005	0.442505002
126	37.068	-7.717	1	1	0.372581005	0.442505002
127	37.068	-7.717	2	1	0.372581005	0.442505002
128	37.216667	-7.433333	3	1	0.39981401	0.406518996
129	37.216667	-7.433333	160	1	0.39981401	0.406518996
130	37.216667	-7.433333	16	1	0.39981401	0.406518996
131	37.1	-7.65	12	1	0.376805007	0.433180004
132	37.1	-7.65	1	1	0.376805007	0.433180004
133	37.068	-7.717	1	1	0.372581005	0.442505002
134	37.068	-7.717	7	1	0.372581005	0.442505002
135	37.068	-7.717	9	1	0.372581005	0.442505002
136	37.068	-7.717	8	1	0.372581005	0.442505002
137	41.616667	-8.35	12	0.38736999	0.662729025	1
138	41.683333	-8.433333	3	0.297417998	1	1
139	41.716667	-8.3	1	0.278254002	0.943368018	1
140	41.716667	-8.3	1	0.278254002	0.943368018	1
141	41.5	-8.766667	1	0.482825994	0.577373028	1
142	41.516667	-8.583333	1	0.383024991	0.637138009	1
143	39.166667	-9.116667	3	0.948965013	0.724865973	1
144	39.166667	-9.116667	12	0.948965013	0.724865973	1
145	39.1	-9.216667	6	1	0.52678299	1
146	39.016667	-9.366667	4	1	0.435718	1
147	39	-9.35	8	1	0.498566985	1
148	39	-9.35	1	1	0.498566985	1
149	37.068	-7.717	2	1	0.372581005	0.442505002
150	37.068	-7.717	19	1	0.372581005	0.442505002
151	37.068	-7.717	3	1	0.372581005	0.442505002
152	37.05	-8.033333	3	1	0.373272985	0.520444989
153	37.033333	-8.033333	216	1	0.373703003	0.525847971
154	37.033333	-8.033333	1776	1	0.373703003	0.525847971
155	37.05	-8.05	3	1	0.381698012	0.539516985

156	37.05	-8.05	45	1	0.381698012	0.539516985
157	37.05	-8.033333	0	1	0.373272985	0.520444989
158	37.05	-8.05	22	1	0.381698012	0.539516985
159	37.033333	-8.033333	1279	1	0.373703003	0.525847971
160	37.033333	-8.033333	139	1	0.373703003	0.525847971
161	37.068	-7.717	19	1	0.372581005	0.442505002
162	37.068	-7.717	0	1	0.372581005	0.442505002
163	37.068	-7.717	0	1	0.372581005	0.442505002
164	38.338183	-7.510683	4	1	0.72990799	0.443551004
165	38.338183	-7.510683	24	1	0.72990799	0.443551004
166	38.423433	-7.44435	5	1	0.711197972	0.417340994
167	38.347533	-7.37245	3	1	0.699527025	0.381155998
168	38.3012	-7.248567	0	1	0.712306976	0.376780003
169	38.2	-7.233333	1	1	0.693377018	0.38834399
170	38.2	-7.233333	1	1	0.693377018	0.38834399
171	38.22585	-7.330467	1	1	0.729844987	0.400166988
172	38.217017	-7.542233	36	1	0.679054976	0.407231987
173	38.217017	-7.542233	49	1	0.679054976	0.407231987
174	38.2953	-7.581117	5	1	0.641475976	0.419333011
175	38.2953	-7.581117	7	1	0.641475976	0.419333011
176	37.05	-8.05	2	1	0.381698012	0.539516985
177	37.05	-8.05	9	1	0.381698012	0.539516985
178	37.033333	-8.033333	617	1	0.373703003	0.525847971
179	37.033333	-8.033333	159	1	0.373703003	0.525847971
180	37.033333	-8.033333	33	1	0.373703003	0.525847971
181	37.05	-8.033333	3	1	0.373272985	0.520444989
182	37.033333	-7.966667	65	1	0.375073999	0.517399013
183	37.068	-7.717	7	1	0.372581005	0.442505002
184	37.068	-7.717	6	1	0.372581005	0.442505002
185	37.068	-7.717	0	1	0.372581005	0.442505002
186	38.966667	-8.8	7	1	0.526696026	0.915881991
187	38.966667	-8.8	24	1	0.526696026	0.915881991
188	38.966667	-8.8	5	1	0.526696026	0.915881991
189	38.75	-8.9	0	1	0.492386997	0.730678976
190	38.966667	-8.8	7	1	0.526696026	0.915881991
191	38.966667	-8.8	24	1	0.526696026	0.915881991
192	38.966667	-8.8	5	1	0.526696026	0.915881991
193	38.75	-8.9	0	1	0.492386997	0.730678976
194	38.75	-8.9	3	1	0.492386997	0.730678976
195	38.966667	-8.8	4	1	0.526696026	0.915881991
196	37.068	-7.717	5	1	0.372581005	0.442505002
197	37.068	-7.717	6	1	0.372581005	0.442505002
198	37.05	-8.05	226	1	0.381698012	0.539516985
199	37.033333	-8.033333	187	1	0.373703003	0.525847971
200	37.033333	-8.033333	241	1	0.373703003	0.525847971
201	37.068	-7.717	5	1	0.372581005	0.442505002
202	37.068	-7.717	29	1	0.372581005	0.442505002
203	37.068	-7.717	22	1	0.372581005	0.442505002
204	37.033333	-7.966667	19	1	0.375073999	0.517399013
205	37.05	-8.05	236	1	0.381698012	0.539516985
206	37.033333	-8.033333	2063	1	0.373703003	0.525847971
207	37.033333	-8.033333	481	1	0.373703003	0.525847971

208	37.033333	-8.033333	160	1	0.373703003	0.525847971
209	37.05	-8.05	109	1	0.381698012	0.539516985
210	37.033333	-8.033333	90	1	0.373703003	0.525847971
211	37.033333	-8.033333	69	1	0.373703003	0.525847971
212	37.033333	-8.033333	73	1	0.373703003	0.525847971
213	37.068	-7.717	12	1	0.372581005	0.442505002
214	37.068	-7.717	6	1	0.372581005	0.442505002
215	37.068	-7.717	2	1	0.372581005	0.442505002
216	37.033333	-8.033333	10	1	0.373703003	0.525847971
217	37.033333	-8.033333	1	1	0.373703003	0.525847971
218	37.033333	-7.966667	41	1	0.375073999	0.517399013
219	37.033333	-7.966667	17	1	0.375073999	0.517399013
220	37.033333	-7.966667	13	1	0.375073999	0.517399013
221	37.1	-8.316667	66	1	0.377961993	0.548583984
222	37.1	-8.316667	42	1	0.377961993	0.548583984
223	37.083333	-8.133333	98	1	0.367233008	0.503494024
224	37.083333	-8.133333	223	1	0.367233008	0.503494024
225	37.062748	-8.082779	2	1	0.371372998	0.513752997
226	37.05	-8.05	3	1	0.381698012	0.539516985
227	37.033333	-8.033333	26	1	0.373703003	0.525847971
228	37.05	-7.95	105	1	0.375625998	0.507623017
229	37.033333	-7.966667	17	1	0.375073999	0.517399013
230	37.033333	-8.033333	13	1	0.373703003	0.525847971
231	37.1	-8.316667	8	1	0.377961993	0.548583984
232	37.083333	-8.133333	0	1	0.367233008	0.503494024
233	37.083333	-8.133333	4	1	0.367233008	0.503494024
234	37.062748	-8.082779	0	1	0.371372998	0.513752997
235	37.05	-8.05	5	1	0.381698012	0.539516985
236	37.033333	-8.033333	17	1	0.373703003	0.525847971
237	37.033333	-8.033333	8	1	0.373703003	0.525847971
238	37.1	-8.316667	1	1	0.377961993	0.548583984
239	37.083333	-8.133333	2	1	0.367233008	0.503494024
240	37.083333	-8.133333	6	1	0.367233008	0.503494024
241	37.062748	-8.082779	1	1	0.371372998	0.513752997
242	37.05	-8.05	4	1	0.381698012	0.539516985
243	37.033333	-8.033333	7	1	0.373703003	0.525847971
244	37.033333	-8.033333	9	1	0.373703003	0.525847971

Anexo 3 - Dados fuzzy para armadilhas CDC

FID	x	y	pipiens	tmin_fuzzy	ppp_fuzzy	tmax_fuzzy
0	39.816667	-7.483333	0	1	1	0.442674994
1	39.816667	-7.483333	0	1	1	0.442674994
2	39.733333	-7.616667	6	0.901651025	1	0.465624005
3	39.816667	-7.25	0	0.725414991	1	0.360682994
4	40.166667	-7.166667	1	1	1	0.624920011
5	40.033333	-7.266667	3	1	1	0.478280008
6	39.816667	-7.25	0	0.725414991	1	0.360682994

7	40.483333	-7.216667	0	1	1	1
8	40.416667	-7.133333	0	1	1	1
9	40.35	-7	0	1	0.806989014	1
10	40.3	-7.216667	0	1	1	0.729687989
11	40.3	-7.216667	0	1	1	0.729687989
12	40.35	-7	0	1	0.806989014	1
13	40.416667	-7.133333	0	1	1	1
14	40.483333	-7.216667	2	1	1	1
15	40.416667	-7.383333	0	1	0.723223984	1
16	40.433333	-7.516667	0	1	0.421263009	1
17	40.416667	-7.7	2	1	0.642785013	1
18	40.35	-7.85	0	1	0.711179018	1
19	40.416667	-7.7	1	1	0.642785013	1
20	40.95	-7.566667	0	1	1	1
21	40.95	-7.566667	0	1	1	1
22	40.966667	-7.65	0	1	0.564912021	1
23	40.966667	-7.7	1	1	0.408695996	1
24	40.966667	-7.7	1	1	0.408695996	1
25	40.966667	-7.7	5	1	0.408695996	1
26	40.983333	-7.666667	0	1	0.599380016	1
27	40.983333	-7.666667	3	1	0.599380016	1
28	40.966667	-7.65	1	1	0.564912021	1
29	40.983333	-7.666667	3	1	0.599380016	1
30	40.983333	-7.666667	0	1	0.599380016	1
31	40.85	-7.716667	0	1	0.469608992	1
32	40.883333	-7.733333	0	1	0.438466996	1
33	40.733333	-7.8	0	1	0.557241023	1
34	40.733333	-7.8	0	1	0.557241023	1
35	40.733333	-7.8	0	1	0.557241023	1
36	40.733333	-7.8	0	1	0.557241023	1
37	40.733333	-7.8	0	1	0.557241023	1
38	40.933333	-7.433333	0	1	1	1
39	40.933333	-7.416667	0	1	1	1
40	40.933333	-7.433333	2	1	1	1
41	40.933333	-7.433333	0	1	1	1
42	40.716667	-7.316667	1	1	1	0.899574995
43	40.883333	-6.95	0	1	1	1
44	40.883333	-6.95	0	1	1	1
45	40.883333	-6.95	10	1	1	1
46	40.933333	-7.533333	0	1	1	1
47	40.933333	-7.533333	0	1	1	1
48	40.983333	-7.316667	0	1	1	1
49	40.983333	-7.316667	0	1	1	1
50	40.933333	-7.533333	0	1	1	1
51	40.933333	-7.533333	0	1	1	1
52	41.2	-7	0	1	1	0.819568992
53	41.2	-7	0	1	1	0.819568992
54	41.2	-7	1	1	1	0.819568992
55	41.266667	-6.8	1	1	1	1
56	41.266667	-6.8	0	1	1	1
57	41.266667	-6.75	0	1	1	1
58	41.383333	-6.683333	0	1	1	1

59	41.466667	-6.566667	0	1	1	0.926275015
60	41.516667	-6.55	0	1	1	1
61	41.516667	-6.55	0	1	1	1
62	41.45	-7.25	10	1	1	0.678344011
63	41.45	-7.25	0	1	1	0.678344011
64	41.433333	-7.283333	1	1	1	0.75514698
65	41.433333	-7.283333	1	1	1	0.75514698
66	41.433333	-7.333333	64	1	1	1
67	41.433333	-7.5	0	1	1	1
68	41.616667	-7.5	0	1	1	1
69	41.616667	-7.5	0	1	1	1
70	41.616667	-7.5	0	1	1	1
71	41.733333	-7.466667	0	1	1	0.719359994
72	41.733333	-7.466667	1	1	1	0.719359994
73	41.75	-7.316667	0	1	1	1
74	41.75	-7.316667	0	1	1	1
75	41.75	-7.316667	0	1	1	1
76	41.7	-7.183333	0	1	1	0.873567998
77	41.7	-7.183333	1	1	1	0.873567998
78	41.633333	-7.183333	4	1	1	0.632147014
79	41.633333	-7.183333	0	1	1	0.632147014
80	41.666667	-7.05	3	1	1	0.969192028
81	41.766667	-7.016667	0	1	0.817303002	1
82	41.85	-6.95	0	1	0.74554503	1
83	41.85	-6.95	0	1	0.74554503	1
84	41.85	-6.95	0	1	0.74554503	1
85	41.85	-6.95	0	1	0.74554503	1
86	41.85	-6.95	0	1	0.74554503	1
87	41.883333	-6.816667	0	1	0.960807025	1
88	41.866667	-6.75	0	1	1	1
89	41.866667	-6.75	0	1	1	1
90	41.8	-6.7	0	1	1	0.876519978
91	41.416667	-6.983333	0	1	1	1
92	41.416667	-6.983333	0	1	1	1
93	41.4	-6.966667	0	1	1	1
94	41.4	-6.966667	0	1	1	1
95	41.366667	-6.966667	0	1	1	1
96	41.283333	-7.1	0	1	1	0.484140992
97	41.283333	-7.1	0	1	1	0.484140992
98	39.55	-7.983333	6	1	1	0.84521699
99	39.55	-7.983333	20	1	1	0.84521699
100	39.633333	-7.966667	0	1	0.728012979	1
101	39.733333	-7.916667	23	1	0.706964016	1
102	39.8	-8.1	3	0.877520025	0.76295501	0.859753013
103	39.666667	-8.183333	4	1	0.839529991	0.980247021
104	39.9	-8.133333	0	1	0.599801004	1
105	40.016667	-8.1	1	1	0.552640021	1
106	40.1	-8.1	0	1	0.47102499	1
107	40.166667	-8.1	0	0.793016016	0.631301999	0.933758974
108	40.216667	-8.033333	0	0.907094002	0.704239011	1
109	40.266667	-8.033333	1	0.791646004	0.755685985	0.83555001
110	40.266667	-8.266667	2	0.641644001	0.718204021	0.834841013

111	40.116667	-8.533333	2	0.569236994	0.970072985	1
112	39.933333	-8.783333	16	0.641439974	0.98388797	1
113	39.816667	-8.833333	11	0.644618988	1	1
114	39.666667	-8.9	122	0.686294019	0.873989999	1
115	39.65	-8.816667	3	0.654156029	1	1
116	39.65	-8.566667	0	0.814481974	0.807630002	1
117	39.516667	-8.533333	68	0.698248029	1	0.766511023
118	39.633333	-8.35	19	0.907598019	1	0.877322972
119	39.683333	-8.3	4	1	0.714583993	1
120	39.683333	-8.3	1	1	0.714583993	1
121	39.816667	-8.383333	2	1	0.667252004	1
122	41.166667	-8.683333	3	0.569298029	0.647065997	1
123	41.333333	-8.733333	11	0.564963996	0.553943992	1
124	41.333333	-8.733333	33	0.564963996	0.553943992	1
125	41.25	-8.483333	1	0.795566976	0.419418991	1
126	41.283333	-8.15	0	1	0.417025	1
127	41.333333	-7.833333	0	1	0.221370995	1
128	41.483333	-8.183333	2	1	0.343468994	1
129	41.533333	-7.816667	0	1	0.508017004	1
130	41.733333	-7.666667	0	1	0.51326102	1
131	41.75	-7.7	0	1	0.558369994	1
132	41.833333	-8.366667	0	1	0.271266997	1
133	41.833333	-8.366667	0	1	0.271266997	1
134	41.85	-8.283333	1	0.80804199	0.327468008	1
135	41.8	-8.85	0	0.619983017	0.385989994	1
136	41.5	-8.766667	1	0.577373028	0.482825994	1
137	38.7	-8.966667	0	0.484259009	1	0.710084021
138	38.016667	-7.8	2	0.563641012	1	0.393844992
139	38.016667	-7.8	2	0.563641012	1	0.393844992
140	37.95	-7.616667	0	0.615269005	1	0.431468993
141	37.95	-7.616667	0	0.615269005	1	0.431468993
142	37.95	-7.616667	0	0.615269005	1	0.431468993
143	37.833333	-7.516667	0	0.616281986	1	0.446898013
144	37.666667	-7.483333	0	0.509283006	1	0.430067003
145	37.633333	-7.65	2	0.446393996	1	0.380118012
146	37.7	-7.766667	6	0.576255023	1	0.478123993
147	37.7	-7.933333	0	0.552281976	1	0.451177001
148	38.4	-7.433333	6	0.666684985	1	0.392865002
149	38.4	-7.433333	0	0.666684985	1	0.392865002
150	38.416667	-7.533333	1	0.718334019	1	0.453671008
151	38.416667	-7.533333	5	0.718334019	1	0.453671008
152	38.383333	-7.35	1	0.686178982	1	0.376067996
153	38.383333	-7.35	2	0.686178982	1	0.376067996
154	38.366667	-7.333333	1	0.723560989	1	0.38045001
155	38.3	-7.25	12	0.712306976	1	0.376780003
156	38.116667	-7.066667	37	0.573459029	1	0.373699009
157	38.117	-6.971	1	0.637009025	1	0.409366995
158	38.1	-7.016667	0	0.568854988	1	0.378064007
159	38.1	-7.016667	0	0.568854988	1	0.378064007
160	38.133333	-7.45	0	0.706646025	1	0.417975992
161	37.916667	-7.4	1	0.647903025	1	0.446974009
162	37.916667	-7.4	1	0.647903025	1	0.446974009

163	37.933333	-7.583333	0	0.65110898	1	0.447926015
164	37.933333	-7.583333	1	0.65110898	1	0.447926015
165	38.766667	-7.316667	0	0.785107017	1	0.433194011
166	38.766667	-7.316667	0	0.785107017	1	0.433194011
167	38.766667	-7.316667	0	0.785107017	1	0.433194011
168	38.8	-7.266667	0	0.805122018	1	0.423893005
169	38.833333	-7.183333	2	0.835775018	1	0.407014012
170	38.833333	-7.183333	0	0.835775018	1	0.407014012
171	38.833333	-7.183333	1	0.835775018	1	0.407014012
172	38.866667	-7.15	1	0.881792009	1	0.40792501
173	38.866667	-7.15	1	0.881792009	1	0.40792501
174	38.866667	-7.15	0	0.881792009	1	0.40792501
175	38.716667	-7.383333	0	0.859502017	1	0.482998013
176	38.716667	-7.383333	2	0.859502017	1	0.482998013
177	38.716667	-7.383333	0	0.859502017	1	0.482998013
178	38.633333	-7.533333	7	0.808301985	1	0.505822003
179	38.633333	-7.533333	1	0.808301985	1	0.505822003
180	38.533333	-7.6	0	0.715719998	1	0.474272996
181	38.533333	-7.6	45	0.715719998	1	0.474272996
182	38.533333	-7.6	1	0.715719998	1	0.474272996
183	38.633333	-7.716667	0	0.685558021	1	0.491403997
184	38.2	-8.15	0	0.528482974	1	0.466307014
185	38.2	-8.15	1	0.528482974	1	0.466307014
186	40.7	-8.35	0	0.894578993	0.514549971	1
187	40.783333	-8.383333	0	1	0.252038985	1
188	41	-8.233333	1	0.944516003	0.550839007	1
189	41.033333	-8.616667	14	0.609218001	0.584614992	1
190	40.966667	-8.616667	1	0.631506979	0.564894021	1
191	40.966667	-8.616667	413	0.631506979	0.564894021	1
192	40.966667	-8.616667	151	0.631506979	0.564894021	1
193	41.033333	-8.333333	1	0.880831003	0.447315007	1
194	40.8	-8.483333	2	0.851282001	0.420435011	1
195	40.516667	-8.6	0	0.679248989	0.796691	1
196	40.466667	-8.566667	1	0.681007028	0.768736005	1
197	40.716667	-8.166667	9	1	0.340442985	1
198	40.716667	-8.066667	0	1	0.434336007	1
199	41.1	-7.95	0	1	0.427237988	1
200	38.65	-9.183333	3	0.442656994	1	0.716336012
201	40.383333	-8.366667	0	0.949281991	0.467584014	1
202	40.533333	-8.65	0	0.659391999	0.807528019	1
203	40.3	-8.75	0	0.626143992	0.94016701	1
204	40.333333	-8.583333	0	0.667708993	0.749566019	1
205	40.183333	-8.783333	1	0.596314013	0.97459501	1
206	39.45	-8.183333	0	0.667714	1	0.62647903
207	39.45	-8.183333	2	0.667714	1	0.62647903
208	39.45	-7.933333	1	0.815971017	1	0.667420983
209	39.466667	-7.483333	0	0.860197008	1	0.462080985
210	39.4	-7.483333	0	0.871896982	1	0.498151004
211	39.25	-7.4	0	0.662178993	1	0.485962003
212	39.116667	-7.283333	2	0.658640027	1	0.436809987
213	39.116667	-7.283333	0	0.658640027	1	0.436809987
214	38.95	-7.283333	0	0.912199974	1	0.508158028

215	38.916667	-7.416667	0	0.717454016	1	0.460244
216	38.916667	-7.416667	0	0.717454016	1	0.460244
217	38.95	-7.65	6	0.626892984	1	0.470272005
218	38.95	-7.65	43	0.626892984	1	0.470272005
219	39.033333	-7.866667	0	0.664743006	1	0.54856497
220	38.883333	-8	0	0.598640978	1	0.501079977
221	38.883333	-8	0	0.598640978	1	0.501079977
222	38.883333	-8	0	0.598640978	1	0.501079977
223	38.716667	-7.983333	0	0.763396978	1	0.607434988
224	38.733333	-8.316667	4	0.655915022	1	0.669607997
225	38.933333	-8.15	0	0.60939002	1	0.60819
226	38.8	-8.216667	2	0.632771015	1	0.591570973
227	38.8	-8.216667	3	0.632771015	1	0.591570973
228	38.8	-8.5	1	0.591287971	1	0.671598017
229	38.8	-8.5	0	0.591287971	1	0.671598017
230	38.95	-8.516667	2	0.547622979	1	0.72518301
231	38.85	-8.733333	14	0.560464978	1	0.846469998
232	38.85	-8.733333	4	0.560464978	1	0.846469998
233	38.95	-8.833333	0	0.511232018	1	0.823001981
234	38.95	-8.833333	0	0.511232018	1	0.823001981
235	39.1	-8.8	2	0.494367987	1	0.924998999
236	39.183333	-8.716667	16	0.497040004	1	0.812857985
237	39.383333	-8.783333	17	0.663412988	1	0.959659994
238	39.383333	-8.95	5	0.999401987	0.723478019	1
239	39.55	-8.966667	31	0.574433029	1	1
240	39.633333	-8.916667	13	0.605224013	1	1
241	39.233333	-8.016667	3	0.617923021	1	0.599889994
242	39.233333	-8.016667	0	0.617923021	1	0.599889994
243	39.216667	-8.25	0	0.755087972	1	0.953289986
244	39.133333	-8.683333	12	0.524829984	1	1
245	39.1	-8.566667	3	0.631917	1	1
246	38.3808	-8.78255	1	0.488682985	1	0.703387976
247	38.351567	-8.7749	13	0.489695996	1	0.711978018
248	38.306317	-8.751	0	0.500555992	1	0.737372994
249	38.2909	-8.759067	0	0.494976997	1	0.732940018
250	38.2909	-8.759067	6	0.494976997	1	0.732940018
251	38.25	-8.733333	1	0.528940976	1	0.806050003
252	38.166667	-8.566667	0	0.559166014	1	0.75454402
253	38.116667	-8.783333	0	0.507282972	1	0.906642973
254	37.9	-8.583333	1	0.576813996	1	1
255	37.85	-8.783333	3	0.485349	1	1
256	37.8	-8.666667	2	0.561414003	1	1
257	37.8	-8.666667	0	0.561414003	1	1
258	37.7	-8.65	0	0.527480006	1	1
259	37.7	-8.483333	1	0.553641975	1	1
260	37.6	-8.6	0	0.451860011	1	1
261	37.6	-8.683333	0	0.437754005	1	1
262	37.816667	-8.483333	4	0.520932972	1	0.809167027
263	38	-8.416667	0	0.573414981	1	0.684970021
264	38	-8.683333	16	0.697899997	1	1
265	38	-8.683333	11	0.697899997	1	1
266	38	-8.683333	2	0.697899997	1	1

267	37.933333	-8.383333	1	0.542216003	1	0.634809017
268	38.016667	-8.483333	0	0.592193007	1	0.799584985
269	38.166667	-8.566667	0	0.559166014	1	0.75454402
270	38.283333	-8.633333	0	0.543281972	1	0.723839998
271	38.133333	-8.716667	0	0.535576999	1	0.917050004
272	38.166667	-8.566667	0	0.559166014	1	0.75454402
273	38.166667	-8.566667	2	0.559166014	1	0.75454402
274	38.416667	-8.4	0	0.516637981	1	0.565394998
275	38.366667	-8.5	1	0.496625006	1	0.568463981
276	37.25	-7.466667	0	0.384140998	1	0.39309001
277	37.25	-7.466667	1	0.384140998	1	0.39309001
278	37.25	-7.466667	4	0.384140998	1	0.39309001
279	37.25	-7.466667	6	0.384140998	1	0.39309001
280	37.351	-7.445	0	0.377590001	1	0.394199997
281	37.351	-7.445	3	0.377590001	1	0.394199997
282	37.468	-7.474	0	0.383459002	1	0.368997008
283	37.468	-7.474	2	0.383459002	1	0.368997008
284	37.233333	-7.683333	0	0.546203017	1	0.668559015
285	37.166667	-7.8	18	0.463225991	1	0.574629009
286	37.316667	-7.8	3	0.573652983	1	0.656270981
287	37.433333	-7.766667	4	0.551944971	1	0.558295012
288	37.433333	-7.766667	2	0.551944971	1	0.558295012
289	37.266667	-7.85	1	0.707747996	1	0.950465977
290	37.166667	-7.9	9	0.563820004	1	0.811747015
291	37.166667	-7.9	7	0.563820004	1	0.811747015
292	37.05	-7.866667	17	0.378421009	1	0.484106988
293	37.05	-7.95	3	0.375625998	1	0.507623017
294	37.1	-7.95	19	0.414687008	1	0.561568022
295	37.1	-7.95	3	0.414687008	1	0.561568022
296	37.133333	-8.15	9	0.392738998	1	0.539655983
297	37.133333	-8.45	6	0.370790988	1	0.529772997
298	37.133333	-8.416667	2	0.365303993	1	0.513611972
299	37.183333	-8.433333	0	0.363588989	1	0.492803991
300	37.233333	-8.6	1	0.365819991	1	0.588765979
301	37.183333	-8.466667	0	0.35097	1	0.479162008
302	37.266667	-8.55	1	0.38230899	1	0.517781973
303	37.3	-8.666667	7	0.443953991	0.885537982	1
304	37.233333	-8.833333	0	0.380001992	1	1
305	37.15	-8.733333	46	0.335927993	1	0.834559023
306	37.15	-8.633333	3	0.335182995	1	0.581116021
307	37.133333	-8.683333	19	0.337958992	1	0.725835979
308	37.15	-8.55	39	0.362610996	1	0.551599979
309	37.25	-8.283333	2	0.434742004	1	0.562523007
310	37.216667	-8.35	57	0.423081011	1	0.572405994
311	37.35	-8.366667	0	0.422971994	1	0.512996972
312	38.75	-8.95	7	0.492278993	1	0.752011001
313	38.733333	-8.933333	10	0.506843984	1	0.766582012
314	38.75	-8.9	1	0.492386997	1	0.730678976
315	38.75	-8.95	0	0.492278993	1	0.752011001
316	38.75	-8.9	0	0.492386997	1	0.730678976
317	38.966667	-8.8	2	0.526696026	1	0.915881991
318	38.966667	-8.8	1	0.526696026	1	0.915881991

319	38.966667	-8.8	27	0.526696026	1	0.915881991
320	38.966667	-8.8	1	0.526696026	1	0.915881991
321	38.75	-8.9	0	0.492386997	1	0.730678976
322	38.75	-8.9	1	0.492386997	1	0.730678976
323	38.716667	-8.933333	32	0.515727997	1	0.801774979
324	38.7	-8.966667	0	0.484259009	1	0.710084021
325	38.95	-9.016667	2	0.57060498	1	1
326	38.65	-9.183333	12	0.442656994	1	0.716336012
327	38.8	-9.333333	24	0.522363007	1	1
328	37.183333	-8.516667	1	0.367635995	1	0.537344992
329	37.124703	-8.583888	4	0.336665988	1	0.535387993
330	37.099723	-8.672209	2	0.337265015	1	0.692762017
331	37.099723	-8.672209	7	0.337265015	1	0.692762017
332	37.099723	-8.672209	5	0.337265015	1	0.692762017
333	37.124703	-8.583888	7	0.336665988	1	0.535387993
334	37.099723	-8.672209	10	0.337265015	1	0.692762017
335	37.099723	-8.672209	12	0.337265015	1	0.692762017
336	37.099723	-8.672209	7	0.337265015	1	0.692762017
337	37.099723	-8.672209	1	0.337265015	1	0.692762017
338	37.099723	-8.672209	4	0.337265015	1	0.692762017
339	37.099723	-8.672209	9	0.337265015	1	0.692762017
340	38.65	-9.183333	4	0.442656994	1	0.716336012
341	38.75	-8.9	1	0.492386997	1	0.730678976
342	38.75	-8.9	0	0.492386997	1	0.730678976
343	38.966667	-8.8	0	0.526696026	1	0.915881991
344	38.966667	-8.8	0	0.526696026	1	0.915881991
345	38.966667	-8.8	0	0.526696026	1	0.915881991
346	38.916667	-8.866667	8	0.504549026	1	0.789008975
347	38.916667	-8.883333	1	0.499736995	1	0.780332983
348	38.3808	-8.78255	4	0.488682985	1	0.703387976
349	38.3808	-8.78255	0	0.488682985	1	0.703387976
350	38.3808	-8.78255	0	0.488682985	1	0.703387976
351	38.351567	-8.7749	0	0.489695996	1	0.711978018
352	38.3808	-8.78255	0	0.488682985	1	0.703387976
353	38.3808	-8.78255	3	0.488682985	1	0.703387976
354	38.351567	-8.7749	0	0.489695996	1	0.711978018
355	38.916667	-8.883333	72	0.499736995	1	0.780332983
356	38.966667	-8.8	3	0.526696026	1	0.915881991
357	38.966667	-8.8	0	0.526696026	1	0.915881991
358	38.966667	-8.8	2	0.526696026	1	0.915881991
359	38.75	-8.9	1	0.492386997	1	0.730678976
360	37.15	-8.633333	0	0.335182995	1	0.581116021
361	37.099723	-8.672209	34	0.337265015	1	0.692762017
362	37.133333	-8.45	7	0.370790988	1	0.529772997
363	37.116667	-8.433333	0	0.376094997	1	0.550355971
364	41.266667	-8.666667	2	0.591480017	0.572242975	1
365	41.333333	-8.55	1	0.638337016	0.455487013	1
366	41.5	-8.566667	0	0.635936022	0.38766101	1
367	41.6	-8.683333	2	0.772394001	0.329540998	1
368	41.6	-8.683333	1	0.772394001	0.329540998	1
369	41.683333	-8.433333	4	1	0.297417998	1
370	41.666667	-8.583333	0	0.821952999	0.310499996	1

371	41.75	-8.783333	31	0.771687984	0.362978995	1
372	41.8	-8.416667	0	0.750949979	0.320477009	1
373	41.716667	-8.3	0	0.943368018	0.278254002	1
374	41.616667	-8.35	0	0.662729025	0.38736999	1
375	41.916667	-8.65	0	0.86717099	0.326243013	1
376	41.516667	-8.583333	24	0.637138009	0.383024991	1
377	41.566667	-8.266667	1	0.910501003	0.338034987	1
378	41.516667	-8.3	0	0.827660978	0.394358009	1
379	39.233333	-9.3	4	0.459926009	1	1
380	39.233333	-9.3	2	0.459926009	1	1
381	39.233333	-9.3	0	0.459926009	1	1
382	39.233333	-9.3	3	0.459926009	1	1
383	39.216667	-9.25	3	0.487284988	1	1
384	39.166667	-9.116667	4	0.724865973	0.948965013	1
385	39.1	-9.216667	0	0.52678299	1	1
386	39	-9.35	11	0.498566985	1	1
387	38.933333	-9.333333	36	0.498562008	1	1
388	38.933333	-9.333333	1	0.498562008	1	1
389	38.933333	-9.333333	1	0.498562008	1	1
390	38.916667	-9.25	0	0.733344972	0.877084017	1
391	38.816667	-9.166667	5	0.480590999	1	0.891362011
392	38.2	-7.233333	1	0.693377018	1	0.38834399
393	38.347533	-7.37245	0	0.699527025	1	0.381155998
394	38.2953	-7.581117	6	0.641475976	1	0.419333011
395	38.217017	-7.542233	6	0.679054976	1	0.407231987
396	38.347533	-7.37245	0	0.699527025	1	0.381155998
397	38.966667	-8.8	3	0.526696026	1	0.915881991
398	38.966667	-8.8	0	0.526696026	1	0.915881991
399	38.966667	-8.8	3	0.526696026	1	0.915881991
400	38.966667	-8.8	0	0.526696026	1	0.915881991
401	38.75	-8.9	0	0.492386997	1	0.730678976
402	37.233333	-7.433333	3	0.397136003	1	0.411446989
403	37.2	-7.466667	2	0.389349014	1	0.393920004
404	37.2	-7.466667	2	0.389349014	1	0.393920004
405	37.25	-7.466667	0	0.384140998	1	0.39309001
406	37.283333	-7.45	1	0.418480992	1	0.444920003
407	37.351	-7.445	5	0.377590001	1	0.394199997
408	37.351	-7.445	30	0.377590001	1	0.394199997
409	37.351	-7.445	4	0.377590001	1	0.394199997
410	38.117	-6.971	6	0.637009025	1	0.409366995
411	38.117	-6.971	5	0.637009025	1	0.409366995
412	38.117	-6.971	5	0.637009025	1	0.409366995
413	38.133333	-6.983333	1	0.589437008	1	0.383542001
414	38.133333	-6.966667	0	0.594215989	1	0.386373013
415	38.2	-7.233333	1	0.693377018	1	0.38834399
416	38.117	-6.971	49	0.637009025	1	0.409366995
417	38.117	-6.971	0	0.637009025	1	0.409366995
418	38.133333	-6.983333	3	0.589437008	1	0.383542001
419	38.117	-6.971	5	0.637009025	1	0.409366995
420	38.117	-6.971	14	0.637009025	1	0.409366995
421	38.117	-6.971	2	0.637009025	1	0.409366995
422	38.117	-6.971	7	0.637009025	1	0.409366995

423	38.117	-6.971	1	0.637009025	1	0.409366995
424	37.233333	-7.433333	12	0.397136003	1	0.411446989
425	37.25	-7.466667	1	0.384140998	1	0.39309001
426	37.25	-7.466667	0	0.384140998	1	0.39309001
427	37.25	-7.45	0	0.384869009	1	0.395675987
428	37.2	-7.433333	4	0.406006992	1	0.408017009
429	37.2	-7.466667	2	0.389349014	1	0.393920004

Anexo 4 - Dados fuzzy para armadilhas IR