

2º Ciclo de Estudos em Riscos, Cidades e Ordenamento do Território

Prevenção de Riscos e Ordenamento do Território

Importância das manifestações das mudanças climáticas e das áreas verdes urbanas na potencial expansão de vetores ixodídeos

Rui Filipe Moreira Barbosa

S

2022



Rui Filipe Moreira Barbosa

Importância das manifestações das mudanças climáticas e das áreas verdes urbanas na potencial expansão de vetores ixodídeos

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Riscos, Cidades E Ordenamento do Território, orientada pela Professora Doutora Ana Maria Rodrigues Monteiro Sousa (Professora Catedrática de Nomeação Definitiva do Departamento de Geografia da Faculdade de Letras da Universidade do Porto (FLUP)), e pela Professora Doutora Marisa Alexandra Marques Freitas (Professora Adjunta da Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto (ESS|P.PORTO)).

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

2022

Rui Filipe Moreira Barbosa

Importância das manifestações das mudanças climáticas e das áreas verdes urbanas na potencial expansão de vetores ixodídeos

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Riscos, Cidades E Ordenamento do Território, orientada pela Professora Doutora Ana Maria Rodrigues Monteiro Sousa e pela Professora Doutora Marisa Alexandra Marques Freitas.

Membros do Júri

Professor Doutor (escreva o nome do/a Professor/a)

Faculdade (nome da faculdade) - Universidade (nome da universidade)

Professor Doutor (escreva o nome do/a Professor/a)

Faculdade (nome da faculdade) - Universidade (nome da universidade)

Professor Doutor (escreva o nome do/a Professor/a)

Faculdade (nome da faculdade) - Universidade (nome da universidade)

Classificação obtida: (escreva o valor) Valores

Se fosse fácil, não era para mim.

Índice

Declaração de honra	8
Agradecimentos	10
Resumo.....	13
Abstract	14
Lista de abreviaturas e siglas.....	15
Glossário.....	17
Índice de Figuras	20
Índice de Tabelas.....	22
1.Introdução.....	23
2.Manifestações de mudança climática e estratégias de adaptação	29
2.1. Estado da arte a nível nacional e área metropolitana do Porto (AMP)	30
3.Espaços verdes e ordenamento do território	36
3.1. Espaços verdes	37
4.Doenças transmitidas por Vetores.....	40
4.1. Vetores ixodídeos	43
4.1.1. Fase não parasitária.....	46
4.1.2. Fase parasitária.....	48
4.2. Ciclo de transmissão de doenças zoonóticas por vetores ixodídeos	49
4.3. Doença de Lyme	51
4.4. Febre Escaro Nodular (FEN).....	54
4.5. Rede de vigilância de vetores (REVIVE)	56
4.5.1. Modo de captura dos ixodídeos	58
5.Metodologia.....	60
5.1. Caracterização da área de estudo	60
5.1.1. Município da Maia	61
5.1.2. Município de Matosinhos	62
5.1.3. Município do Porto	63
5.1.4. Município da Vila Nova de Gaia.....	64
5.2. Caracterização do nível climático	65
5.3. Caracterização demográfica e das áreas verdes	66
5.4. Caracterização da distribuição de vetores ixodídeos capturados através do Programa REVIVE	67

5.5. Identificação e caracterização das áreas vulneráveis à expansão de vetores ixodídeos e transmissão de doenças.....	67
6.Resultados e discussão.....	68
6.1. Contexto climático atual na AMP.....	68
6.2. Caracterização demográfica dos municípios estudados	71
6.3. Distribuição de vetores nos municípios estudados.....	72
6.4. Caracterização das áreas verdes e identificação das áreas de vulnerabilidades associadas à expansão de vetores ixodídeos	82
7.Considerações Finais	88
Bibliografia	91

Declaração de honra

Declaro que a presente dissertação é de minha autoria e não foi utilizada previamente noutro curso ou unidade curricular, desta ou de outra instituição. As referências a outros autores (afirmações, ideias, pensamentos) respeitam escrupulosamente as regras da atribuição, e encontram-se devidamente indicadas no texto e nas referências bibliográficas, de acordo com as normas de referência. Tenho consciência de que a prática de plágio e auto-plágio constitui um ilícito académico.

Matosinhos, 28 de Setembro de 2022

Rui Barbosa

Agradecimentos

Desejo utilizar este espaço de forma a exprimir a minha gratidão a todos aqueles que de alguma forma, seja ela direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação.

Primeiramente, reservo um agradecimento formal ao Departamento de Saúde Pública da Administração Regional do Norte I.P., nomeadamente à Exma Sra. Dr.ª Maria Neto, Delegada de Saúde Regional do Norte e Diretora do Departamento de Saúde Pública Administração Regional do Norte e à Exma. Sra. Dra. Sílvia Silva, Gestora Regional do Programa REVIVE por toda a disponibilidade no fornecimento dos dados relativamente ao Programa REVIVE. Neste âmbito, este agradecimento estende-se também ao Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge (INSA). Também um agradecimento especial à professora Anabela Fernandes, ARS-Norte ACES Maia/Valongo pelo auxílio no tratamento dos dados relativos à ao Município da Maia. E para completar não seria possível deixar de agradecer à Escola Superior de Saúde (ESS|P.Porto) por ser sempre uma porta aberta para os seus estudantes.

Reservo um agradecimento a todos os professores da minha licenciatura na ESS|P.Porto como os de mestrado na FLUP, que contribuíram para o meu percurso académico, tendo me formado não apenas em questões letivas, mas com lições de crescimento pessoal. Quero também ressaltar a forma de como um estudante de saúde (com receio do campo da geografia) foi recebido, onde sempre foram bastante compreensivos e justos nas suas aulas, auxiliando para nunca se sentir com falta de conhecimento na área.

Num agradecimento mais especial, sem dúvida que tem de ser atribuído às minhas orientadoras, em primeiro à professora Ana Monteiro, que desde o primeiro minuto que aceitou o desafio de me aceitar-me como seu estudante, não faltou com o seu admirável e vasto conhecimento na contribuição na construção desta dissertação, assim como em momentos mais desmotivadores, contribuiu para aumentar o ânimo, dando força para concluir esta tese, e olhar

para o futuro. Uma eterna gratidão à professora Marisa Freitas que me recebeu sempre como seu estudante, e por todo o seu contributo na escolha da temática e na elaboração desta tese, não podendo deixar de ressaltar toda a admiração que existe, tanto dentro como fora da sala de aula, um verdadeiro exemplo. Todo o apoio prestado pelas professoras, tornou possível a realização desta dissertação, que cruza duas áreas importantes (saúde e geografia), que poderá resultar em projetos essenciais para a população.

Em relação aos meus colegas, aos meus companheiros, Miguel, Guilherme e Luiz “4 mosqueteiros”, que desde o primeiro dia de aulas, criamos uma união e fomos “um por todos, e todos por um”, e claro sem esquecer a membro honorária Patrícia que se juntou.

A todos os meus amigos, que estiveram presentes nos bons e maus momentos, em especial ao Lourenço Aguiar, Tiago Silva, Rita Caetano, Luís Lavoura, Ana Marques e Diogo Paz, que muitas vezes sem se aperceberem auxiliavam-me mais que imaginavam. Um agradecimento especial à Cátia Matos, que foi sem dúvida uma força e uma ajuda imprescindível tanto na tese, como na força para conquistar este mestrado.

Aos meus avós e mãe que sempre se desdobraram para me auxiliar em tudo que podiam, especialmente na realização desta tese, assim como agradecer ao meu irmão Ricardo, e primo Tiago. À minha segunda família “Nare Fighter” que foram um enorme auxílio na libertação de frustrações, assim como na criação de sorrisos em momentos mais tensos, em especial ao meu mestre Guilherme, por toda a sua sabedoria e tarefa de criar bons seres humanos.

Ao meu grande pilar Andreia Teixeira, que me suportou quando tudo parecia correr mal, e que me levantou mais vezes de que me posso lembrar, a ti sem dúvida deixo um enorme obrigado por tudo.

Por último quero agradecer a mim mesmo, sei que isto representa apenas a conquista de um título, mas para mim foi uma conquista pessoal bastante

importante. A todos vós, e às várias pessoas que não consegui incluir, um enorme obrigado.

Resumo

O desenvolvimento urbano aliado às mudanças climáticas pode desencadear importantes modificações nos ecossistemas, podendo representar risco para a saúde pública. Este facto agregado à influência antrópica nos ecossistemas mostra possuir um efeito direto não só no ciclo de vida dos vetores ixodídeos, como dos agentes patogénicos associados. Apesar da sua incontornável importância, a implantação de áreas verdes urbanas pode potenciar o aumento do número de habitats favoráveis à propagação de vetores ixodídeos, bem como o aumento do contato entre humanos, animais e vetores, refletindo-se num possível problema de saúde pública. O objetivo desta dissertação consistiu em realizar uma análise espaço-temporal para conjecturar as potenciais vulnerabilidades das manifestações das mudanças climáticas e da expansão das áreas verdes urbanas na ocorrência de vetores ixodídeos em meio urbano.

Nesta dissertação foi realizado um estudo descritivo e transversal sendo inserido como área de estudo os municípios de Matosinhos, Vila Nova de Gaia, Maia e Porto (Norte de Portugal). Este estudo foi dividido em quatro etapas: (1) caracterização do nível climático assim como projeções futuras, (2) caracterização da distribuição demográfica da área de estudo, (3) caracterização das capturas de vetores Ixodídeos executadas através do Programa REVIVE nos municípios mencionados, assim como uma (4) caracterização das áreas verdes e identificação das áreas suscetíveis.

As mudanças climáticas aliadas às áreas verdes urbanas podem resultar num aumento do risco de disseminação de vetores ixodídeos em meio urbano, e consequentemente, um potencial aumento da incidência das doenças transmitidas pelos mesmos. Nesta dissertação são sugeridos aspetos que realçam as vantagens de integrar a caracterização geográfica, demográfica e climática na estratégia de seleção dos locais de captura dos vetores ixodídeos em fase de vida livre, tornando-a mais profícua e permitindo uma melhor determinação do risco da transmissão das doenças associadas.

Palavras-chaves: **Mudanças Climáticas; áreas verdes urbanas, saúde pública; vetores ixodídeos**

Abstract

Urban development combined with climate change can trigger important modifications in ecosystems, which may represent a risk to public health. This fact, added to the anthropic influence on ecosystems, has a direct effect not only on the life cycle of ixodid vectors, but also on the associated pathogens. Despite its undeniable importance, the implementation of urban green areas may increase the number of habitats favorable to the spread of ixodid vectors, as well as the increase of contact between humans, animals, and vectors, reflecting in a possible public health problem. The objective of this dissertation was to perform a space-temporal analysis to conjecture the potential vulnerabilities of climate change manifestations and the expansion of urban green areas on the occurrence of ixodid vectors in urban environments.

In this dissertation a descriptive and cross-sectional study was carried out being inserted as study area the municipalities of Matosinhos, Vila Nova de Gaia, Maia, and Porto (Northern Portugal). This study was divided into four stages: (1) climate level characterization as well as future projections, (2) characterization of the demographic distribution of the study area, (3) characterization of the captures of Ixodid vectors performed through the REVIVE Program in the mentioned municipalities, as well as a (4) characterization of the green areas and identification of susceptible areas.

Climate change combined with urban green areas may result in an increased risk of dissemination of ixodid vectors in urban environments, and consequently, a potential increase in the incidence of diseases transmitted by them. This dissertation suggests aspects that highlight the advantages of integrating geographic, demographic, and climatic characterization in the selection strategy of the capture sites of free-living ixodid vectors, making it more productive and allowing a better determination of the risk of transmission of associated diseases.

Keywords: Climate Change; urban green areas, public health; ixodid vectors

Lista de abreviaturas e siglas

AMP - ÁREA METROPOLITANA DO PORTO

ANEPC - AUTORIDADE NACIONAL DE EMERGÊNCIA E PROTEÇÃO CIVIL

CDC – CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION

CEVDI – CENTRO DE ESTUDOS DE VETORES E DOENÇAS INFECIOSAS DOUTOR FRANCISCO CAMBOURNAC

CLIMAAT - CLIMA E METEOROLOGIA DOS ARQUIPÉLAGOS ATLÂNTICO

DGT – DIREÇÃO GERAL DO TERRITÓRIO

DSP – DEPARTAMENTO DE SAÚDE PÚBLICA

E. S - ENSINO SUPERIOR

ECDC - EUROPEAN CENTRE FOR DISEASE PREVENTION AND CONTROL

ESS|P.PORTO - ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

FEN – FEBRE ESCARO NODULAR

FLUP - FACULDADE DE LETRAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO

GEE - GASES DE EFEITO DE ESTUFA

GRH - GESTÃO DOS RECURSOS HUMANOS

INSA – INSTITUTO NACIONAL DE SAÚDE DOUTOR RICARDO JORGE

IPCC - THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

PMAAC - PLANO METROPOLITANO DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

SGA - SERVIÇO DE GESTÃO ACADÉMICA

SI - SISTEMA DE INFORMAÇÃO

SIAM - SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL

SPSS - STATISTICAL PACKAGE FOR SOCIAL SCIENCE

SRI - SERVIÇO DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS

TSA – TÉCNICO DE SAÚDE AMBIENTAL

UP - UNIVERSIDADE DO PORTO

UNFCCC - UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE

Glossário

Agente etiológico ou patogénico: agente causador da doença, desencadeando sinais e sintomas de determinada patologia normalmente causada por vírus, bactérias, protozoários ou fungos (Gubler *et al.*, 2001).

Artrópodes: Animais invertebrados que formam o filo mais diverso do reino animal (cerca de 80%). Estes animais possui o corpo revestido por um exosqueleto (Bogitsh, Carter e Oeltmann, 2019).

Biodiversidade: Diversidade biológica da vida em todas as suas formas, essa diversidade estende-se desde as espécies, das variações genéticas dentro de uma espécie e dos ecossistemas (Muralikrishna e Manickam, 2017).

Calor latente: Troca de energia entre a superfície terrestre e a atmosfera através da evaporação ou condensação na superfície (Ledley, 2003).

Ciclo de carbono: Troca do elemento químico carbono entre seus quatro principais reservatórios : atmosfera; biosfera terrestre; oceanos e litosfera (Singh, 2016).

Ciclo hidrológico: Sucessão de etapas pelas quais a água efetua a sua passagem da atmosfera para a terra e oceanos, e o seu retorno à atmosfera. Os estágios incluem evaporação da terra, mar ou águas interiores, condensação na formação de nuvens, precipitação, acumulação no solo ou em corpos de água (Chakravarty e Kumar, 2018).

Controlo vetorial: Abordagem multifacetada, como pulverização residual interna, destruição de locais de reprodução de vetores e redução do contato humano/vetor (Samaranayake, 2020).

Cópula: Atividade reprodutiva, assim como a postura de ovos, o nascimento de filhotes vivos e a guarda, enterro, incubação ou transporte de ovos (Orrell e Kunz, 2016).

Desenvolvimento sustentável: Desenvolvimento equilibrado entre as questões económicas, ambientais e sociais, atendendo às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras (Greene, 2001).

Diapausa: Via de desenvolvimento alternativo que bloqueia reversivelmente o crescimento do desenvolvimento durante transições específicas, aumentando o potencial de hibernação do organismo (Schiesari e O'Connor, 2013).

Ecossistemas: Complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais, microorganismos e o ambiente não vivo interagindo como uma unidade funcional (Fonte e Quieti, 2018).

Ectoparasitas: Parasitas que se alojam fora do corpo do hospedeiro (Heukelbach e Feldmeier, 2004).

Espermatogénese: Processo de diferenciação contínuo que ocorre nos machos para produzir espermatozoides (McCarrey, 2018).

Gases com Efeito de Estufa: Constituintes gasosos da atmosfera, tanto naturais quanto antropogénicos, que absorvem e emitem radiação em comprimentos de onda específicos dentro do espectro de radiação infravermelha térmica emitida pela superfície da Terra, pela própria atmosfera e pelas nuvens (*IPCC DDC Glossary*).

Habitat: Local com fatores abióticos e bióticos distintos onde os animais permanecem e que fornecem alimento, abrigo ou companheiros (Říha e Prchalová, 2022).

Hematofagia: Animais, normalmente vetores, que se alimentam de sangue, sendo essencial para acasalar, reproduzir, ou mudar de estágio (2017)

Hospedeiro: Organismo onde o parasita se aloja e se alimenta.

Ilhas de calor: acontecimento onde as temperaturas atingem valores mais altos nas áreas urbanas comparativamente às áreas rurais circundantes, este acontecimento pode ser explicado através da cobertura existente nos solos, à expansão urbana que por consequência irá reduzir a eficiência do resfriamento evaporativo (Zhao *et al.*, 2018).

Ixodídeos: designados como carrapatos ou carraças, são parasitas hematófagos estritos de um grande número de vertebrados, como mamíferos, aves, répteis e anfíbios, conhecidos como vetores competentes de vários agentes etiológicos (CEVDI, 2020).

Metamorfose: Processo de desenvolvimento precedido de um estágio larval funcional e de vida livre resultando estágio juvenil funcional (Stehr, 2009).

Ondas de calor/frio: intervalo de pelo menos 6 dias consecutivos, onde a temperatura máxima diária é superior/inferior, respetivamente, em 5°C ao valor médio diário no período de referência (World Meteorological Organization and e World Health Organization, 2015).

Parasitismo: O parasitismo é uma relação de simbiose onde um organismo, causa danos ao outro, o hospedeiro, utilizando o mesmo como habitat e do qual depende para aquisição de recursos (Raffel, Martin e Rohr, 2008).

Prolificidade: Fecundidade.

Quiescência: Retenção temporária de desenvolvimento de um organismo quando existem os fatores ambientais presentes desfavoráveis (GARCIA *et al.*, 2019).

Saúde: estado completo de bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de doenças (*Constitution of the World Health Organization*).

Transmissão horizontal: transmissão do agente de um indivíduo para outro, da mesma espécie ou inter espécie (CEVDI, 2020).

Transmissão transestadial: A metamorfose não envolve a alteração total dos órgãos, pelo que o microrganismo sobreviver em alguns órgãos após evolução de cada estágio (CEVDI, 2020);

Transmissão vertical: Transmissão do agente da mãe para os seus descendentes do agente infeccioso (CEVDI, 2020).

Vetor artrópode: Artrópodes vetores incluem mosquitos, moscas, carrapatos, ácaros, pulgas, insetos, piolhos e outros artrópodes que carregam e transmitem organismos causadores de doenças, ou patógenos, de um hospedeiro para outro (INSA, 2019).

Vulnerabilidade: Revisão que se concentra em questões relevantes para a segurança que impactam moderada ou severamente a segurança de um sistema (Rhodenizer, 2003).

Zoonoses: Doença infecciosa humana devido a um microrganismo onde o hospedeiro de manutenção é um animal (Bowen, 2016).

Índice de Figuras

FIGURA 1 - ESPÉCIES DE CARRAPATOS MAIS DOMINANTES NA EUROPA.	25
FIGURA 2 - CICLO DE VIDA DE UM VETOR IXODÍDEO.	26
FIGURA 3 - ESQUEMA BASE DO SEGUIMENTO LÓGICO DA DISSERTAÇÃO.....	27
FIGURA 4 - TEMPERATURA MÉDIA GLOBAL 1850-2020.....	30
FIGURA 5 - AUMENTO DA TEMPERATURA EM °C, CONSIDERANDO O IMPACTO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS A NÍVEL MUNDIAL	31
FIGURA 6 - ANOMALIAS TÉRMICAS NA AMP	33
FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DAS DOENÇAS TRANSMITIDAS POR VETORES A NÍVEL MUNDIAL.	41
FIGURA 8 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DOS VETORES IXODÍDEOS	44
FIGURA 9 - ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DOS IXODÍDEOS	46
FIGURA 10 - CICLO DE VIDA DO IXODÍDEO. FASE PARASITÁRIA E FASE DE VIDA LIVRE.	46
FIGURA 11 – FASE NÃO PARASITÁRIA/LIVRE DO CARRAPATO.....	47
FIGURA 12 – FASE PARASITÁRIA DO CARRAPATO	48
FIGURA 13 - CICLO DE TRANSMISSÃO DO AGENTE ETIOLÓGICO ATRAVÉS DO VETOR IXODÍDEO.....	50
FIGURA 14 - CASOS NOTIFICADOS DE DOENÇA DE LYME EM PORTUGAL (1999 – 2016).....	52
FIGURA 15 - SINTOMATOLOGIA DA BORRELIOSE DE LYME	53
FIGURA 16 - CASOS NOTIFICADOS DE FEBRE ESCARO NODULAR EM PORTUGAL (1950 – 2016).....	55
FIGURA 17 - EVOLUÇÃO DA CAPTURA DE IXODÍDEOS NA ZONA NORTE.....	57
FIGURA 18 - MÉTODO DE “ARRASTAMENTO DA BANDEIRA”	58
FIGURA 19 - ÁREAS VERDES URBANAS NO DISTRITO DO PORTO.	60
FIGURA 20 - USO DO SOLO DA MAIA.....	61
FIGURA 21 - USO DO SOLO DE MATOSINHOS	63
FIGURA 22 - USO DO SOLO NO MUNICÍPIO DO PORTO.....	64
FIGURA 23 - USO DO SOLO DE VILA NOVA DE GAIA.....	65
FIGURA 24 - MÉDIAS METEOROLÓGICAS DESDE 1900 A 2007.	68
FIGURA 25 - RELAÇÃO DA TEMPERATURA E HUMIDADE DOS LOCAIS DE CAPTURA DE CARRAPATOS TENDO COMO BASE A INFORMAÇÃO DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DE PEDRAS RUBRAS.....	69
FIGURA 26 - DENSIDADE POPULACIONAL DOS MUNICÍPIOS EM ESTUDO.	71
FIGURA 27 - CAPTURAS MENSAS DE CARRAPATOS POR MUNICÍPIO.	74

FIGURA 28 - DADOS DA CAPTURA DE CARRAPATOS NO MUNICÍPIO DA MAIA.....	75
FIGURA 29 - CAPTURAS DE IXODÍDEOS NA FASE LIVRE REALIZADAS PELO ACES DA MAIA.....	77
FIGURA 30 - DADOS DA CAPTURA DE CARRAPATOS NO MUNICÍPIO DE MATOSINHOS.	78
FIGURA 31 - DADOS DA CAPTURA DE CARRAPATOS NO MUNICÍPIO DO PORTO.....	79
FIGURA 32 - DADOS DA CAPTURA DE CARRAPATOS NO MUNICÍPIO DE VILA NOVA DE GAIA.....	80
FIGURA 33 - ESPÉCIES DE IXODÍDEOS CAPTURADAS	81
FIGURA 34 - PARQUES E JARDINS NO MUNICÍPIO DA MAIA QUE PODERIAM SER PONTOS DE MONITORIZAÇÃO DE VETORES IXODÍDEOS.	83
FIGURA 35 - PARQUES E JARDINS NO MUNICÍPIO DE MATOSINHOS QUE PODERIAM SER PONTOS DE MONITORIZAÇÃO DE VETORES IXODÍDEOS.	84
FIGURA 36 - PARQUES E JARDINS NO MUNICÍPIO DA MAIA QUE PODERIAM SER PONTOS DE MONITORIZAÇÃO DE VETORES IXODÍDEOS	85
FIGURA 37 - PARQUES E JARDINS NO MUNICÍPIO DE VILA NOVA DE GAIA PARA CONTROLO DE VETORES	87

Índice de Tabelas

TABELA 1 - RESULTADOS DA CAPTURA DE CARRAPATOS NO ÂMBITO DO PROGRAMA REVIVE	73
TABELA 2 - DADOS DO LOCAL DE CAPTURA DE IXODÍDEOS NO MUNICÍPIO DA MAIA	75
TABELA 3 - CAPTURAS EXECUTADAS NO MUNICÍPIO DA MAIA	76
TABELA 4 - DADOS DO LOCAL DE CAPTURA DE IXODÍDEOS NO MUNICÍPIO DE MATOSINHOS.....	78
TABELA 5 - DADOS DO LOCAL DE CAPTURA DE IXODÍDEOS NO MUNICÍPIO DO PORTO	79
TABELA 6 - DADOS DO LOCAL DE CAPTURA DE IXODÍDEOS NO MUNICÍPIO DE VILA NOVA DE GAIA	80
TABELA 7 - AGENTES IDENTIFICADOS DOS CARRAPATOS CAPTURADOS.....	82

1. Introdução

Nas últimas décadas, assistiu-se ao aumento da taxa de urbanização em todo o mundo (Grauman, 1976). Segundo as nações unidas cerca de 55% da população mundial vive em meio urbano com o prognóstico de em 2050 atingir os 68% (*United Nations Department of Economic and Social Affairs*, 2018). Este desenvolvimento das áreas urbanas resulta em mudanças dramáticas no ecossistema, afetando toda a biodiversidade e podendo colocar em causa a segurança e saúde da população residente (Uspensky, 2014). Além desta interferência direta de origem antrópica, existe um agravamento devido às mudanças climáticas, onde são previstas consequências para a saúde humana decorrentes dos impactos diretos e indiretos das mudanças na temperatura e na precipitação (Bowler *et al.*, 2010). O território e as alterações climáticas são dois eixos centrais e unificadores dos desafios vigentes na sociedade atual. Uma gestão inadequada deste binómio pode levar a uma fragmentação do equilíbrio natural, perda de habitats, perturbações no ciclo-hidrológico, assim como um aumento da temperatura urbana causando ilhas de calor urbano em locais mais alcatroados (Lakes e Kim, 2012). De forma a contrariar estes efeitos é necessário garantir a preservação dos sistemas naturais nas áreas urbanas, combatendo a perda gradual do contacto com a natureza. Para amenizar esta perda natural, os espaços verdes urbanos representam uma ferramenta atenuadora da ausência do contacto com a natureza, assim como uma resposta de adaptação e mitigação às alterações climáticas (Biesbroek, Swart e Knaap, van der, 2009). Os espaços verdes urbanos contribuem assim para a preservação da biodiversidade, regulação do ciclo hidrológico e promoção de respostas adaptativas às alterações climáticas, garantido uma aproximação da população à natureza, o que promove a saúde e bem-estar (Sá, 2013). Além disso, estes espaços apresentam um elevado valor ecológico, económico e social, promovendo o desenvolvimento sustentável do tecido urbano (Mattijssen, T.J.M; Olafsson, 2017).

Não obstante, apesar do valor que os espaços verdes acrescentam em meio urbano, importa antever potenciais impactes para a saúde humana e animal

decorrentes da sua utilização. Globalmente, nas áreas verdes urbanas, tem sido observado o aumento da presença de vetores, mais concretamente culicídeos (mosquitos) e ixodídeos (carrapatos) (Paul et al., 2016 ; Hansford et al., 2017). Anualmente, ocorrem em todo o mundo mais de 700 mil mortes por doenças vectoriais tais como malária, dengue, esquistossomose, Febre Escarlatina Nodular (FEN), leishmaniose, doença de chagas, febre amarela e doença de Lyme (WHO, 2022). O risco de contrair doença de Lyme e FEN têm sido associado às áreas rurais, visto que estes espaços proporcionam um maior contacto com o ambiente natural (Uspensky, 2014). No entanto, foi demonstrado que os espaços verdes nas áreas urbanas fornecem igualmente um habitat adequado para o desenvolvimento de vetores ixodídeos, assim como para os vários agentes patogénicos transmitidos pelos mesmos, o que representa um risco potencial para a saúde pública (Uspensky, 2014). No estudo realizado por Hansford et al., (2017), capturas de ixodídeos desde de 2013 a 2015 em áreas verdes no sul de Inglaterra dentro de uma área urbana, indicaram uma variedade de habitats em espaços verdes urbanos que suporta vetores ixodídeos, criando ciclos de transmissão urbana de Borreliose de Lyme. Cada vez mais existe uma consciencialização do aumento de zoonoses nas áreas urbanas, sendo concordante a necessidade de criar um sistema de proteção eficiente e ambientalmente seguro para a população residente evitando infeções com patogénicos transmitidos por vetores (Rizzoli et al., 2014). Nestes espaços, além de condições climáticas ideais para o desenvolvimento destes vetores, a existência de mamíferos de pequeno e médio porte (aves, ratos, animais domésticos, ouriços, entre outros) oferece um suporte fundamental na manutenção das populações de ixodídeos e de reservatórios de patogénicos transmitidos por este vetor (Rizzoli et al., 2014). Na generalidade, estes vetores são hematófagos, contactando com agentes infecciosos durante a sua refeição de sangue num hospedeiro infetado. Posteriormente o vetor é capaz de transmitir o patogénico pelo resto do seu ciclo de vida durante cada refeição de sangue efetuada em diferentes hospedeiros (WHO, 2022).

Na Europa as doenças zoonóticas transmitidas por ixodídeos, têm apresentado um crescimento exponencial desde o início da década de 1980, sendo atribuída a maior

incidência às doenças de Lyme e FEN, ambas transmitidas por vetores ixodídeos (*Ixodes ricinus* e *Rhipicephalus sanguineus*) dominantes na Europa (**Figura 1**).

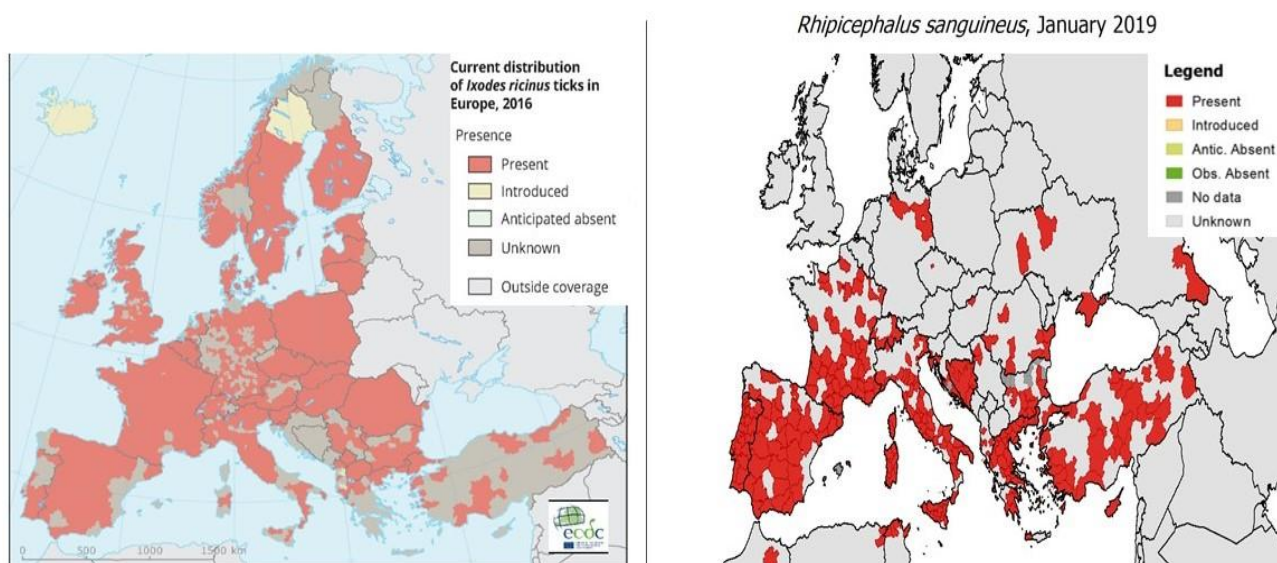


Figura 1 - Espécies de carrapatos mais dominantes na Europa.

Fonte: ECDC, 2019

Grande parte do ciclo de vida do ixodídeo ocorre na vegetação, tornando o vetor suscetível aos fatores abióticos, levando a que as mudanças climáticas afetem a sua distribuição geográfica e sazonal, abundância, taxa de desenvolvimento e o seu período de busca por hospedeiros (Gray *et al.*, 2009). Em áreas onde a precipitação no verão seja reduzida e coincidente com temperaturas mais altas, a sobrevivência, atividade e distribuição dos ixodídeos provavelmente será reduzida devido à possibilidade de ocorrer dessecação, visto que ambas as espécies de ixodídeos existentes em Portugal necessitam cerca de 80% de humidade relativa para a sua sobrevivência, necessitando de boa cobertura vegetal para que a superfície do solo permaneça húmida durante as épocas mais secas do ano (Eisen *et al.*, 2016). Em relação à temperatura, ambas as espécies apresentam uma alta resistência a temperaturas frias, uma vez que se conseguem proteger nos ninhos dos hospedeiros, assim como a sua capacidade de realizar diapausa, sendo necessárias temperaturas abaixo dos 15°C negativos para serem letais em menos de 24h, caso contrário, este vetor consegue resistir a temperaturas de 10°C negativos até 30 dias (Gray *et al.*, 2009). Como apresentado na

Figura 2, grande parte da mudança de fase de vida ocorre durante o outono e inverno, sendo necessário para estas fases prematuras uma temperatura mínima de 7°C para procurarem um hospedeiro assim como cerca de 10°C para conseguirem realizar a metamorfose (Caminade, McIntyre e Jones, 2019). Em relação às altas temperaturas, evidências mostram que os vetores conseguem sobreviver por grandes períodos de tempo devido aos refúgios, sendo necessário uma exposição prolongada a temperaturas acima dos 30°C para que estas possam ser letais para o vetor (Paul et al., 2016; Uspensky, 2014). No entanto, temperaturas mais elevadas limitam a busca por hospedeiros, delimitando a mesma às manhãs e ao fim do dia, onde a temperatura se encontra mais baixa (Gray et al., 2009). Devido ao aumento da temperatura global, é expectável que atividade dos vetores ixodídeos deixe de ser sazonal, passando a existir parasitação durante todo o ano, possibilitando assim transmissão contínua de doenças (Ogden e Lindsay, 2016). Estudos mostram evidências que o aumento da temperatura promove uma maior afinidade entre o agente etiológico e os organismos, acelerando o seu desenvolvimento e aderência ao hospedeiro (Paul et al., 2016).

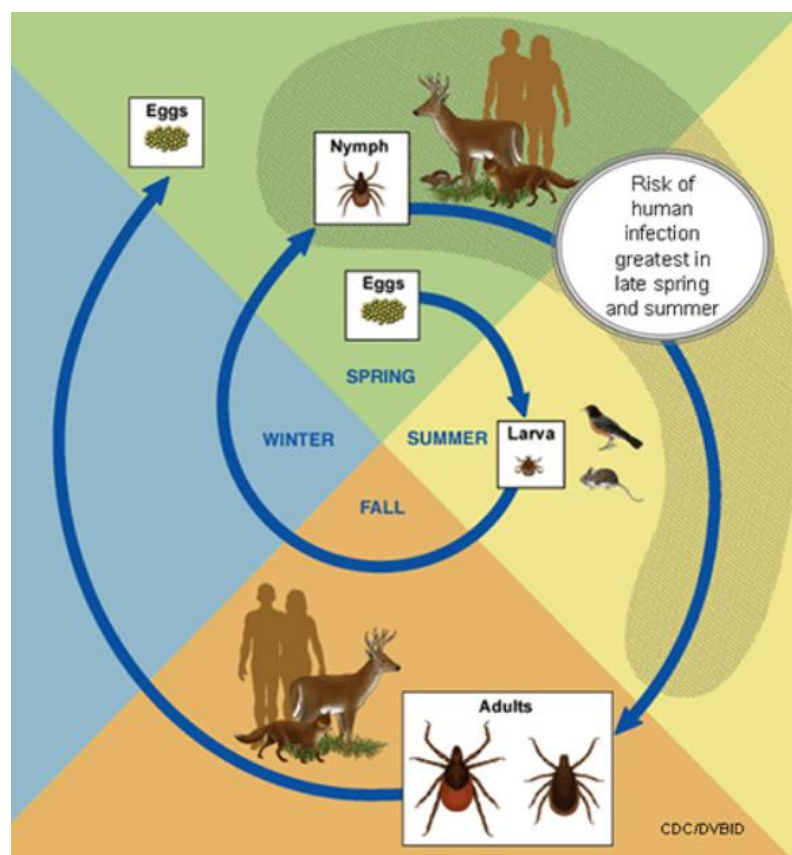


Figura 2 - Ciclo de vida de um vetor Ixodídeo.

Fonte: CDC, 2012

Efetivamente, a compreensão da ecologia dos vetores ixodídeos e suas associações com hospedeiros num ambiente urbanizado em constante modificação, é crucial para caracterizar as variáveis relevantes à identificação e avaliação do risco da presença destes vetores, de forma a adotar estratégias de saúde pública que permitam o controlo e prevenção das doenças associadas. Nesta sequência, a caracterização e integração das vertentes geográfica, demográfica e climática na estratégia de vigilância de vetores ixodídeos pode permitir uma abordagem mais consistente e profícua na avaliação do risco da potencial expansão de vetores ixodídeos face ao atual contexto climático.

O esquema apresentado na **Figura 3**, representa a sequência lógica de tópicos abordados na presente dissertação.



Figura 3 - Esquema base do seguimento lógico da dissertação

Esta dissertação tem como objetivos:

- Analisar, numa dinâmica espaço temporal, o potencial impacto das manifestações de mudança climáticas (temperatura, humidade relativa, e

pluviosidade), assim como da expansão dos espaços verdes urbanos (mais concretamente parques e jardins de acesso público), na ocorrência de vetores ixodídeos e na incidência de doenças humanas associadas, designadamente, Doença de Lyme, Febre Escaro nodular, nos municípios da Maia, Matosinhos, Porto e Vila Nova de Gaia.

- Delimitar zonas de maior risco nos Municípios da área de estudo, propondo novos locais de vigilância dos vetores ixodídeos.

2. Manifestações de mudança climática e estratégias de adaptação

Atualmente, as mudanças climáticas representam uma preocupação bastante debatida tanto pela comunidade científica, como pelas organizações de decisão a nível mundial. As alterações climáticas são definidas pela *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) como variações significativas na distribuição estatística das variáveis climáticas atribuível direta ou indiretamente à atividade humana, à escala global e regional, ao longo de várias décadas (UNFCCC 1992; Santos 2021). As mudanças climáticas têm sido consideradas um desafio de saúde global, influenciando o ambiente físico assim como os ecossistemas e as suas interações. Os efeitos na saúde variam desde mortes prematuras causadas por desastres naturais a doenças transmissíveis devido à deterioração dos ecossistemas e proliferação excessiva de patogénicos. Um estudo recente sugere que em vários países a mudança climática é responsável por 400.000 mortes adicionais a cada ano e contribuirá para 700.000 mortes anuais até 2030 (Zhao et al,2022).

As concentrações atmosféricas dos Gases de Efeito de Estufa (GEE) como dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) aumentaram 47%, 156% e 23%, respetivamente, desde o início da Revolução Industrial (IPCC, 2021). Devido a este aumento de emissões sem precedentes, nas últimas décadas (desde 1850) foram registados períodos mais quentes, assim como desastres, nomeadamente eventos de temperatura extrema mais frequentes, secas e inundações, A temperatura média global da superfície em 2020 aumentou aproximadamente 1,2°C acima da média de 1850-1900 como podemos observar na **Figura 4** (*Berkeley Earth*, [2020.]). Globalmente, a frequência, intensidade e duração das temperaturas extremas e catástrofes naturais têm aumentado substancialmente. O registo de ondas de calor severas entre 2015 e 2020 foram o dobro das registadas entre 1951-1980 (WMO, 2021). Além disso, verificou-

se um aumento de 46% das inundações, 34% das tempestades, 31% das secas e 32% dos incêndios florestais desde de 1900 (WMO, 2021).

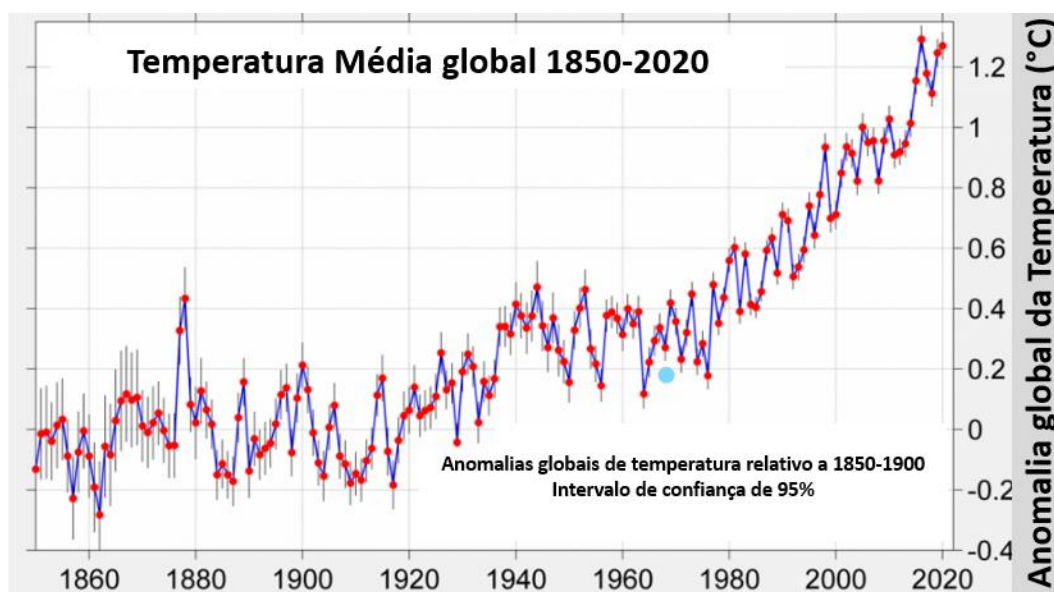


Figura 4 - Temperatura média global 1850-2020.

Fonte: *Berkeley Earth*, 2022

Existe um consenso relativo à importância de executar estratégias para limitar o impacto das alterações climáticas, a fim de impedir um aumento das catástrofes naturais, propagação de doenças, assim como diminuir a vulnerabilidade das populações (Li et al., 2019).

2.1. Estado da arte a nível nacional e área metropolitana do Porto (AMP)

Os Relatórios de Avaliação do *The Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), instituição criada pelas Nações Unidas, que procede à compilação das bases do conhecimento da comunidade científica, tem vindo a indicar que o aquecimento climático é claro, bem como o aumento do nível da água do mar, sendo Portugal um dos países que irá ser efetivamente afetado por estes acontecimentos (**Figura 5**).

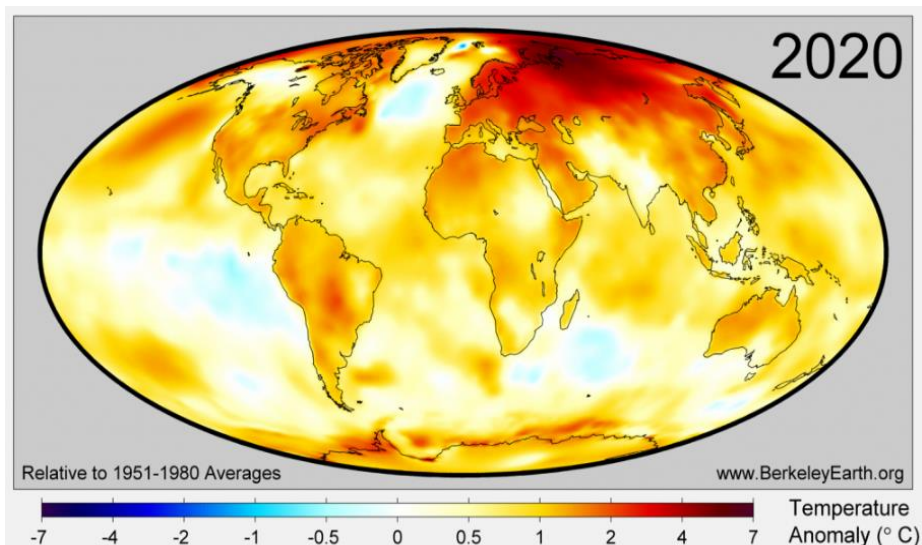


Figura 5 - Aumento da temperatura em °C, considerando o impacto das alterações climáticas a nível mundial
Fonte: *Berkeley Earth, 2022*

Face ao indicado, fica claro que os impactes originados pelas alterações climáticas possam acarretar vários problemas para a população global, enaltecendo a necessidade de desenvolver estudos e monitorização mais detalhada, assim como o planeamento estratégico de ações preventivas e reativas de adaptação e mitigação das emergência, adotando um sistema dinâmico de avaliação de risco que complemente a deteção de novos padrões de risco numa perspetiva de melhoria continua (ANEPC, 2019). Neste sentido a Proteção Civil englobou na sua avaliação nacional de risco, cenários possíveis das manifestações de mudança climática em território Português, tendo como base os resultados apresentados no Portal do Clima, e realçando lacunas e incertezas associadas ao conhecimento atual (ANEPC, 2019). Através dos projetos desenvolvidos pelo Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) e Clima e Meteorologia dos Arquipélagos Atlântico (CLIMAAT), a Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC) desenvolveu um modelo de simulação com maior resolução espacial, tendo indicado um elevado nível de compatibilidade nas variáveis temperatura média e precipitação, sugerindo assim, para o período **2080-2100**, o seguinte cenário climático (ANEPC, 2019):

- Aumento significativo da temperatura média em todas as regiões de Portugal, projetando um aumento da temperatura de 5°C com maior incidência no interior, provocando um incremento da frequência e intensidade de ondas de calor, incêndios e implicações sobre os recursos hídricos;
- Redução da precipitação em Portugal continental durante a primavera, verão e outono, atingindo uma redução de valores correspondentes a 20% a 40% da precipitação anual, com precipitações mais intensas com maior impacto nas regiões do Sul, aumentando assim a frequência de secas, inundações e cheias repentinas;
- Nas zonas costeiras espera-se um aumento da erosão e galgamentos costeiros.

De forma a alcançar uma ação climática mais consciente e focada, é necessária uma intervenção mais direta e centrada nas problemáticas locais. Este facto motivou a criação do Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas (PMAAC). Este plano tem como principal objetivo capacitar os municípios da Área Metropolitana do Porto (AMP) com Estratégias de Adaptação e a sua integração nas ferramentas de planeamento municipal. O PMAAC, resultou de um estudo que procurou antever os processos das mudanças climáticas, estabelecendo uma metodologia estratégica de adaptação da AMP. A linha metodológica do PMAAC passa pelo diagnóstico de situação das manifestações de mudança climática na AMP, caracterizando o contexto atual climático e projetando cenários climáticos futuros, onde é envolvida numa das fases de avaliação uma visão partilhada dos riscos climáticos envolvendo a população, os grandes empreendedores do território, assim como os seus decisores políticos, através de entrevistas e workshops, concluindo com as medidas de adaptação (Monteiro *et al.*, 2017). Este plano concede às autarquias linhas-base de orientação para selecionar as ações de adaptação mais adequadas a implementar na realidade local face aos riscos climáticos atuais e futuros. Este plano estabelece também acordos intermunicipais no âmbito da gestão territorial, melhorando assim o processo da ação climática à escala supramunicipal (metropolitano), escala municipal e em casos específicos à escala local,

pressupondo respostas diretas e adequadas para cada vulnerabilidade do território da AMP. Estes factos distinguem o PMAAC dos vários planos criados a um nível macro, que muitas vezes não passam de medidas generalizadas que não se enquadram a todo o território. Um dos impasses para uma abordagem ao nível local consta na própria informação que o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) vai disponibilizando nos seus relatórios periódicos de avaliação, onde indicam projeções de mudança de temperatura, considerando o planeta como um todo, mas onde não está considerado o ritmo do aquecimento para as escalas locais (IPCC, 2014). Tanto a literatura científica sobre a mudança climática como as próprias políticas têm sido dominadas pelo enquadramento a uma escala global, não aprofundando medidas a nível local. A evidência científica tem demonstrado que mesmo a poucos quilómetros de distância, a existência de microclimas devido à interferência da geografia ou da artificialização do território, resulta em anomalias térmicas distintas em concelhos limítrofes (**Figura 6**).

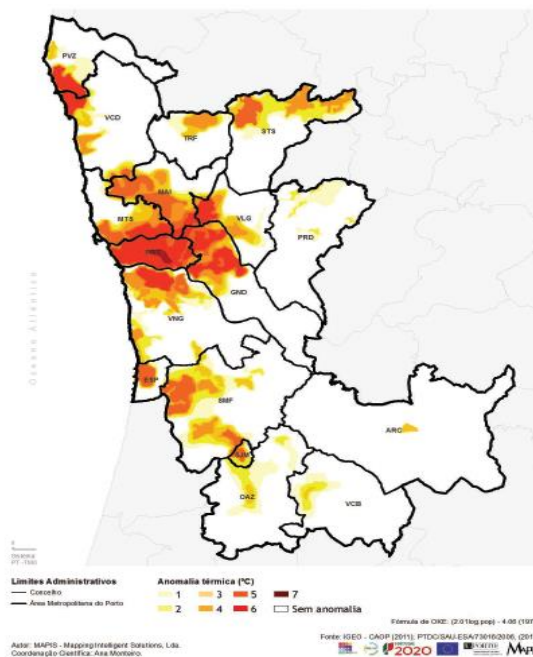


Figura 6 - Anomalias térmicas na AMP

Fonte: PMAAC – AMP, 2017

A partir da leitura retrospectiva de um século de registos, usando três fontes distintas de informação: (1) o *Climate-ADAPT Europe*, (2) a calculadora disponibilizada pelo *Royal Netherlands Meteorological Institute* (KNMI), assim como (3) os resultados do projeto *ERA NET URBAN/0001/2009*, apesar das diferenças significativas nas previsões fornecidas pelos diferentes modelos, são concordantes na projeção que nas próximas décadas se mantenha a tendência do aumento da temperatura, aumento na ocorrência de eventos extremos de frio e de calor e a modificação da ocorrência da precipitação, tanto em quantidade como na sua distribuição ao longo do ano. A nível mais específico na AMP, prevê-se ainda:

- Aumento anual de mais de 40 dias de verão;
- Diminuição de 40 mm de precipitação anualmente nos meses de verão;
- Aumento da temperatura média anual entre 3°C e 4°C;
- Um aumento da exposição às inundações costeiras e ribeirinhas;
- Uma suscetibilidade ambiental, económica, social e cultural aos riscos climáticos;
- Uma capacidade de adaptação baixa dos municípios portugueses.

Todavia, é importante ressaltar que a inexistência de uma rede consistente de monitorização climática na AMP, que permita conhecer as características climáticas de cada um dos mosaicos climáticos, dificulta a previsão dos potenciais riscos climáticos, visto que os eventos climáticos não são uniformes em toda a AMP. Partindo do conhecimento do contexto climático atual existente, é seguro afirmar que os efeitos de fatores como a proximidade/afastamento ao mar ou a morfologia do território, concorrem para diferenciar espacialmente a probabilidade de alguns eventos climáticos extremos. Assim é necessário ter em mente que concelhos mais intensamente urbanizados são aqueles onde as ocorrências dos diferentes eventos climáticos extremos terão maior probabilidade de se transformar em catástrofes. Como estratégias de adaptação na sequência da avaliação dos Riscos Climáticos Atuais e Futuros na AMP é sugerido neste plano (PMAAC) o melhoramento e criação de estações climatológicas mais dispersas e locais, proteger e gerir de forma mais inteligente e sustentável os Recursos Naturais (*Nature Based Solutions*), mudar o paradigma da

gestão atual tendo em foco a Saúde e qualidade de vida, e por fim diminuir a vulnerabilidade investindo no espaço edificado e infraestruturas (Monteiro *et al.*, 2017).

As manifestações de mudança climática exigem uma resposta concreta por parte do governo, essa resposta resulta numa ação climática, que visa dotar as cidades de estratégias de mitigação e adaptação. Estas técnicas envolvem concepções distintas, implicando formas complementares de ação. De forma a distinguir estas duas respostas de combate, pode-se afirmar que a mitigação diz respeito à redução das emissões dos GEE, enquanto a adaptação diz respeito à capacidade de resiliência e de resposta, reduzindo a vulnerabilidade e exposição de um sistema perante um cenário proporcionado pelas alterações (Gomes, 2017). É imperativo que exista sinergia entre ações de mitigação e adaptação de forma a aumentar a relação custo-efetividade, trazendo benefícios sociais e tornando o sistema socioeconômico menos dependente do carbono e ao mesmo tempo tornar os sistemas mais resilientes. Deve-se ainda reconhecer que a diferença entre as ações de mitigação e adaptação muitas vezes não são claras, uma vez que a mitigação pode também ser considerada uma ferramenta para alcançar a adaptação, se as ações implementadas forem sinérgicas (Biesbroek, Swart e Knaap, van der, 2009). De forma mais concreta podemos afirmar que a estratégia de mitigação climática passa pelo controlo, armazenamento e sequestro do carbono, estabelecendo medidas no uso do solo, mobilidade urbana, políticas de gestão de resíduos assim como a utilização de energia da cidade (Gomes, 2017). Por outro lado, a adaptação contribui para reduzir o impacto de um evento climático de forma imediata (Bassett e Shandas, 2010). Esta ferramenta foca-se nos edifícios e nas infraestruturas urbanas, dando ênfase às questões sociais como a saúde humana, segurança e economia. Assim constitui-se como uma resposta política essencial, sendo que a comunidade internacional deve encontrar formas de apoiar a adaptação, especialmente nos países mais vulneráveis (Santos, 2021).

No contexto do desenho urbano, a infraestrutura verde é considerada essencial no combate às manifestações de mudança climática, considerando a sua influência no ciclo de carbono e na adaptação de eventos climáticos, os espaços verdes surgem como uma resposta fundamental na implementação da ação climática em meio urbano,

atuando paralelamente como fator contribuinte para o desenvolvimento sustentável da cidade especialmente em áreas urbanas mais densas (Gomes, 2017).

3. Espaços verdes e ordenamento do território

Os eventos climáticos são causadores de eventos extremos tais como incêndios, furacões, tempestades, cheias e secas. Se não existir uma correta gestão e adaptação no planeamento urbano, pode resultar em consequências gravosas para a população aumentando a sua exposição aos perigos assim como a vulnerabilidade das estruturas urbanas (Füssel, 2007). Na expectativa de atenuar estes eventos, surge a necessidade de planear atempadamente o tecido urbano. A cidade representa um espaço altamente alterado face às condições naturais que lhe estão subjacentes. Este espaço é gerido conforme as necessidades de sobrevivência da população inerente, assim como o poder local e nacional exercido sobre este espaço, produzindo distúrbios no funcionamento do ecossistema natural (IPCC, 2014). Além do próprio tecido urbano é necessário ter em conta o aumento exponencial da migração para as grandes cidades, levando a uma enorme densidade populacional, que leva a um desequilíbrio ambiental, maior vulnerabilidade de certas áreas assim como um aumento das diferenças e injustiças sociais e económicas, que se irá refletir na saúde (Santana, 2014). É estimado que em 2050 cerca de 70% da população resida em áreas urbanas, aumentando o desafio de responder às necessidades da população (Zipperer e Pickett, 2012). Na gestão destas necessidades o ordenamento do território torna-se uma peça fundamental nas políticas de gestão do ambiente urbano, tendo como principal objetivo ‘melhorar o desempenho ambiental, a qualidade das zonas urbanas e assegurar um ambiente de vida saudável para os cidadãos urbanos na Europa, reforçando a contribuição ambiental para o desenvolvimento urbano sustentável, tendo simultaneamente em conta as questões económicas e sociais conexas’ (Comissão das Comunidades Europeias, 2004).

Em Portugal, esta política é regida pela Lei de bases da Política de Ordenamento do Território e de Urbanismo (lei nº74/2017 que altera a Lei n.º 31/2014) que estabelece como objetivo:

- Valorizar as potencialidades do solo, salvaguardando a sua qualidade e a realização das suas funções ambientais, económicas, sociais e culturais, enquanto suporte físico e de enquadramento cultural para as pessoas e suas atividades, fonte de matérias-primas e de produção de biomassa, reservatório de carbono e reserva de biodiversidade;
- Aumentar a resiliência do território aos efeitos decorrentes de fenómenos climáticos extremos, combater os efeitos da erosão, minimizar a emissão de gases com efeito de estufa e aumentar a eficiência energética e carbónica.

Segundo o estabelecido no ponto anterior, Portugal destaca como prioridade a defesa do desenvolvimento sustentável assim como o aumento da sua resiliência a potenciais ameaças, procurando o equilíbrio social, económico e cultural, tornando imperativo a implementação de espaços verdes no tecido urbano, atenuando assim os processos de urbanização e conferindo às cidades melhores condições de habitabilidade, estéticas e de saúde.

3.1. Espaços verdes

A saúde não pode ser caracterizada apenas pelos aspetos biológicos ou de serviços médicos disponibilizados, mas também através do equilíbrio de um conjunto de fatores na envolvência do local de residência e laboral do indivíduo, que irão contribuir nas características do seu ambiente natural, social e económico (Santana, 2014). Neste contexto, o espaço não é somente um objeto de descrição, assumindo também uma elevada relevância em termos de resultados de saúde (Nogueira, 2008). Um espaço verde urbano consiste num conceito amplo e abrangente de natureza nas cidades englobando ‘corpos de água’, áreas de vegetação, como florestas, áreas selvagens, árvores e parques de ruas, jardins e quintais, formações geológicas, terras agrícolas, áreas costeiras e culturas alimentares, sem esquecer a existência dos espaços privados que apesar de exercerem funções ecossistémicas, não se contabiliza como espaço verde urbano (Graça *et al.*, 2022). Os espaços verdes urbanos permitem a realização de uma variedade de funções interligadas entre si, tendo em vista satisfazer

as necessidades da sociedade (Silva e Nogueira, 2015) contribuindo para um bem-estar ambiental, económico e social. Em termos ambientais estes contribuem para: (1) a regulação da temperatura do espaço urbano, (2) regularização do ciclo hidrológico, (3) redução do nível de ruído, (4) purificação do ar (Montez, 2009), e (5) nas áreas urbanas de densidade elevada está comprovado que o aumento dos espaços verdes promove a redução dos quilómetros percorridos e a dependência do veículo privado, assim como o aumento da eficiência energética de edifícios (Hamin e Gurrán, 2009). No que diz respeito aos benefícios económicos, estes resultam na: (1) valorização do valor imobiliário assim como das atividades económicas inerentes, (2) o interesse estético, recreativo e histórico contribuindo para a atratividade das cidades e sua promoção enquanto destinos turísticos, gerando receitas e postos de emprego (Silva e Nogueira, 2015). Do ponto de vista social, os espaços verdes substituem antigos espaços públicos por locais de encontro e relacionamento social, assegurando a qualidade de vida com benefícios diretos na saúde e bem-estar da população (Silva e Nogueira, 2010). Estes espaços são vistos como promotores de recreio e lazer, prevendo áreas de permanência para atividades como jogos, desporto e interação social (Anderson *et al.*, 2013 ; Matthews, Lo e Byrne, 2015). Segundo Odum, (1971) o espaço verde representa a presença de um ecossistema natural dentro dos limites das cidades, contribuindo para a saúde pública e aumentando a qualidade de vida da população urbana, principalmente em relação à qualidade do ar e redução dos níveis de ruído. Para além disso, Fischer, (1989) considera que os ambientes saudáveis contribuem para amenizar a carga do *stress* mental e auxiliam na concentração, pelo que a necessidade de espaços verdes urbanos é uma consequência da evolução que as cidades têm sofrido ao longo do tempo. Atualmente estas linhas de pensamento relevam-se de especial importância, pelo que os espaços verdes assumem cada vez mais relevância nas políticas regionais e municipais. Para além dos aspetos positivos associados à saúde humana, os espaços verdes nas cidades representam uma condição importante para um maior desenvolvimento económico, social e ambiental nas imediações das áreas instaladas, garantindo ainda uma resposta de adaptação e mitigação urbana às alterações climáticas (Millins *et al.*, 2017). Existem diversos tipos de espaços verdes urbanos, sendo

que cada um proporciona uma ampla gama de benefícios à população urbana graças às suas funções e serviços ecossistêmicos reguladores, assim como vários benefícios para a população das imediações (Mattijssen, T.J.M; Olafsson, 2017). Estudos demonstraram que dependendo da vegetação e das suas disposições resultados diferentes são gerados em termos de adaptação ao clima (Olch et al., 2019, Mathey et al., 2011). A abundância e composição da vegetação urbana também condiciona as funções dos espaços verdes, pois diferentes variáveis como tamanho, forma, espécie das plantas resultam em diferentes impactos no microclima através da evapotranspiração e sombreamento, resguardo das chuvas, modificação dos movimentos do ar e trocas de calor com o ambiente envolventes, entre outros (Graça et al., 2022). Os corpos de água existentes em espaço urbano e em espaços verdes urbanos também contribuem para a regulação das temperaturas circundantes, convertendo calor sensível em calor latente através do processo evaporativo e atuando como amortecedores térmicos (Graça *et al.*, 2022). Apesar dos notórios contributos positivos que os espaços verdes proporcionam no tecido urbano é necessário precaver também potenciais impactos negativos que lhes são subjacentes. Várias problemáticas podem surgir nestes espaços, tal como a deterioração da qualidade das águas superficiais existentes nos espaços de lazer, sobretudo associados ao aumento de organismos planctónicos como as cianobactérias, resultantes da eutrofização e do aumento da temperatura (Amé, Pilar Díaz, del e Wunderlin, 2003). Nestes mesmos espaços ou mesmo em pequenos jardins de rua, pode também ser potenciado o aumento do número de habitats propícios à criação e propagação de vetores, bem como o aumento das zonas de contacto entre o humano, animais de estimação e agentes causadores de doenças (Dantas-Torres, 2008 ; Millins *et al.*, 2017).

4. Doenças transmitidas por Vetores

As manifestações de mudança climáticas afetam todos os ecossistemas terrestres, refletindo-se num aumento da incidência de doenças infecciosas, nomeadamente, das doenças originadas pela deficiente qualidade da água, alimentos e doenças transmitidas por vetores (INSA, 2019). Na atualidade, as doenças transmitidas por vetores estão entre as doenças às quais são atribuídas elevadas taxas de morbilidade e mortalidade (Paz, 2021). Embora os impactos sobre as doenças vetoriais sejam complicados de analisar, uma vez que a dinâmica das infeções não é linear, é reconhecida a influência que as mudanças climáticas têm na sua dimensão (Caminade, McIntyre e Jones, 2019). Estima-se, que as mudanças climáticas aumentam o risco de doenças transmitidas por vetores, intensificando substancialmente a sua distribuição geográfica, assim como uma extensão do período de transmissão (IPCC, 2014 ; Gray et al., 2009). Os vetores mais representativos são os mosquitos e as carraças, sendo estes organismos responsáveis pela transmissão de agentes biológicos infecciosos, através da refeição de sangue realizada no hospedeiro (CEVDI, 2018). As maiores preocupações para a Europa estão focadas na potencial reintrodução de Malária na Europa de Leste, na introdução do vetor do Dengue no Sul da Europa, assim como no aumento do risco de infeções através dos vetores ixodídeos, responsáveis pela transmissão da FEN e doença de Lyme (**Figura 7** (apesar da FEN não estar incluída, é a patologia mais recorrente em Portugal)) (Rocklöv e Dubrow, 2020). Está prevista a expansão de ixodídeos para o norte da Europa, assim como o aumento substancial nos países do sul, uma vez que as temperaturas médias mais quentes podem significar estações quentes mais longas, temporadas de primavera mais precoces, invernos mais curtos e amenos assim como verões mais quentes, (Centers for Disease Control and Prevention, 2019; Gray et al., 2009).

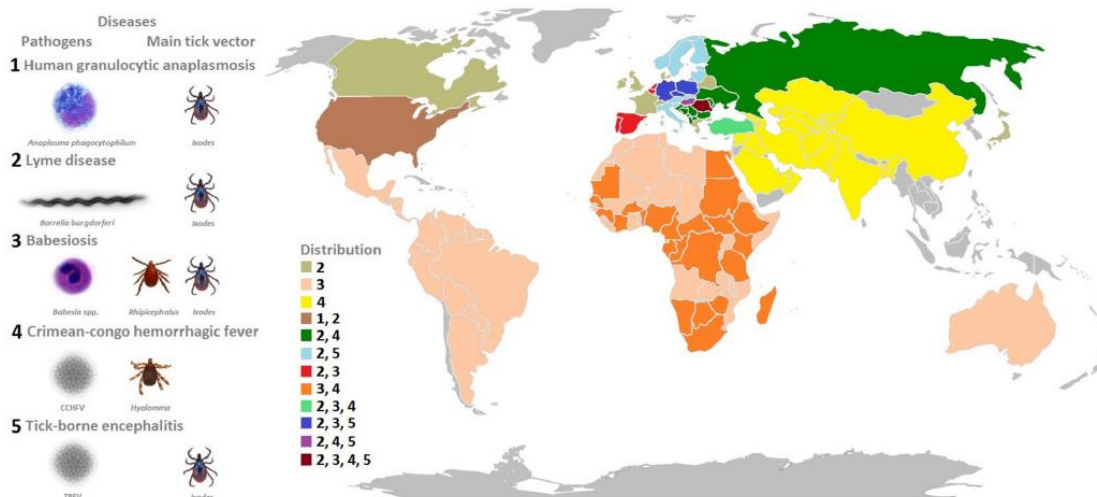


Figura 7 - Distribuição das doenças transmitidas por vetores a nível mundial.

Fonte: IPCC, 2014

Na zona mediterrânea, as previsões apontam para um aumento da transmissão de doenças vetoriais, uma vez que as condições meteorológicas como a temperatura, humidade e precipitação podem tornar-se mais propícias ao desenvolvimento de vetores, contribuindo para a alta influência na dinâmica, distribuição e ressurgimento de doenças (Agência Europeia do Ambiente, 2017). As influências enumeradas anteriormente detêm efeitos diretos no desenvolvimento dos patogénicos, no vetor e nos hospedeiros, assim como como uma influência na alteração do seu habitat, nos quais vetores e hospedeiros interagem. Relativamente às condições meteorológicas destaca-se:

- Pluviosidade:
 - Na sequência de episódios de pluviosidade intensa, irá ocorrer um aumento das águas superficiais, criando ambientes propícios de criadouros para os vetores, aumentando ainda a densidade da vegetação que permite a expansão da população de hospedeiros. A pluviosidade pode também causar cheias devastadoras alterando os habitats dos vetores assim como dos hospedeiros vertebrados, mas por outro lado, cria um ambiente de contacto mais próximo entre o hospedeiro vertebrado e o Homem. É

improvável que a humidade alta afete a atividade do vetor, mas chuvas fortes podem ser inibitórias na busca de hospedeiro (Silveira, 2009; Hunter, 2003).

- Em situações de pluviosidade fraca, pode ocorrer o aumento de criadouros dos vetores devido ao fluxo dos cursos de água ficarem mais lentos, e aumento no uso de recipientes para armazenamento de água da chuva particularmente na agricultura. Estas circunstâncias reduzem o tempo gasto na busca de refeições, diminuindo o tempo de parasitação do vetor, limitando a sua sobrevivência (Hunter, 2003; Eisen *et al.*, 2016). A baixa pluviosidade, aliada a temperaturas elevadas pode levar a uma diminuição da humidade relativa, fator chave para a sobrevivência do ixodídeo, onde pode ocorrer dissecação caso atinja valores abaixo dos 80%.

- Temperatura:

- Temperaturas mais elevadas aumentam a transmissão dinâmica, uma vez que existe uma aceleração da taxa metabólica dos vetores, aumentando a taxa de crescimento da população e a frequência de refeições sanguíneas. Carrapatos expostos a altas temperaturas aderem mais rapidamente aos humanos aumentando em áreas onde os verões tendem a ficar mais quentes e mais longos. Como consequência é intensificado o risco de transmissão de zoonoses, bem como a extensão da época de transmissão (Gubler et al., 2001 ; Silveira, 2009). Assim o aumento da temperatura pode proporcionar o ressurgimento de doenças endémicas (IPCC, 2014; Rocklöv e Dubrow, 2020).
- Temperaturas mais baixas levam à cessação da procura de hospedeiros, uma vez que os ixodídeos realizam diapausa de forma a sobreviver às condições adversas.

Atualmente, em Portugal o risco de transmissão doença de Lyme e FEN reside nos vetores ixodídeos, mais concretamente no “carrapato castanho” (*Rhipicephalus sanguineus*), sendo este o mais comum nas áreas urbanas, enquanto nas periferias o carrapato mais comum é o *Ixodes ricinus* (Hoogstraal, 1985; Uspensky, 2014). A nível nacional, é espectável um aumento e expansão deste vetor devido ao desenvolvimento de resistência a inseticidas e fármacos, mudanças climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, diminuição de recursos para monitorização, crescimento populacional sem precedentes, alteração das práticas agrícolas, desflorestação, aumento do comércio mundial, entre outros fatores (Simović et al., 1987 ; Caminade, McIntyre e Jones, 2019; IPCC, 2014).

Apesar destas mudanças climáticas e do aumento dos espaços verdes urbanos durante a última década, progressos substanciais foram feitos contra muitas doenças transmitidas por vetores. Este progresso foi atribuído ao sistema sociodemográfico, desenvolvimento económico e ao sistema de saúde pública (por exemplo, controlo de vetores, saneamento e outras intervenções de saúde pública), levando a um grande decréscimo das notificações da doença (Rocklöv e Dubrow, 2020).

4.1. Vetores ixodídeos

Os vetores ixodídeos, também designados de carrapatos ou carraças, são artrópodes invertebrados do filo *Arthropoda*, ectoparasitas (parasitas externos) e hematófagos estritos (alimentam-se de sangue) de uma ampla variedade de hospedeiros vertebrados como mamíferos, aves e répteis (CEVDI, 2020). Estima-se que mais de 10% das espécies de carrapatos são vetores de agentes patogénicos (bactérias, vírus e protozoários) para o Homem e animais (INSA, 2019). Mundialmente existem cerca de 889 espécies de carraças que se subdividem em duas famílias principais: *Ixodidae* e *Argasidae*. Dentro das duas famílias, a *Ixodidae* é a principal na transmissão de agentes infecciosos (CEVDI, 2020). A nível Nacional, são conhecidas cerca de 22 espécies de carraças da família *Ixodidae*, sendo estas as principais responsáveis na transmissão das doenças de maior incidência, destacando-se a borreliose de Lyme e a FEN (CEVDI, 2020). Em Portugal, as condições climáticas, ecológicas e ambientais têm-

se revelado favoráveis ao desenvolvimento de várias espécies de ixodídeos (CEVDI, 2020). Na **Figura 8** encontra-se representada a distribuição dos principais vetores ixodídeos em Portugal.

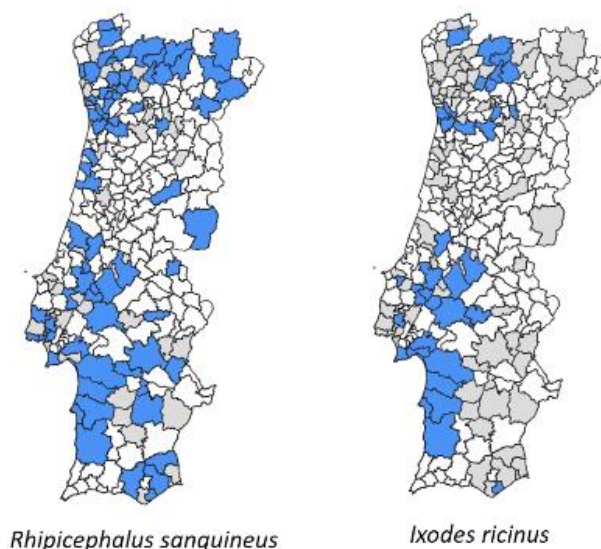


Figura 8 - Mapa de distribuição das espécies dos vetores ixodídeos (azul - abrangido pelo programa REVIVE e capturados/cinzento - abrangido pelo programa REVIVE, mas não detetados/ branco – desconhecido).

Fonte: CEVDI, 2022

Assim, o carrapato representa (além dos mosquitos) um vetor artrópode com grande impacto para a saúde pública, especialmente pelas suas características biológicas tais como (CEVDI, 2020):

- Hematofagia (alimenta-se de sangue) obrigatória em todas as fases de vida, podendo haver transmissão do agente etiológico em qualquer uma dessas fases;
- Ciclos de vida mono, di e trifásicos, consoante a necessidade de se alimentar em um, dois ou três hospedeiros vertebrados, ingerindo grandes volumes de sangue;
- Período de ingurgitação longo, levando a uma parasitação de vários dias;
- Digestão gradual e intracelular, que ocorre no lúmen intestinal na ausência de enzimas;

- Transmissão horizontal (transmissão do agente de um indivíduo para outro, de mesma espécie ou não) assim como transmissão vertical (transmissão do agente da mãe para os seus filhos) do agente infeccioso;
- A metamorfose não envolve a alteração total dos órgãos, pelo que o microrganismo pode sobreviver em alguns órgãos após evolução de cada estágio (transmissão transtadial);
- Apresentam um sistema sensorial desenvolvido que permite detetar a presença de hospedeiros pela emissão de dióxido de carbono, ácido láctico, amoníaco e outros odores, e também pelas vibrações que produzem;
- Capacidade de realizar diapausa que permite sobreviver em ambientes desfavoráveis;
- Grande longevidade e elevadas taxas de prolificidade;
- Distribuição mundial, ocupando quase todos os habitats terrestres;
- Reduzido número de predadores naturais.

O ciclo de vida das carraças compreende quatro estádios: um estágio inativo, ovo e três estádios ativos: larva, ninfa e adulto (**Figura 9**). Em qualquer um dos estádios ativos da carraça pode ocorrer a transmissão do agente patogénico, sendo dada grande importância às fases imaturas (larva e ninfa), que pelas suas reduzidas dimensões, são dificilmente detetadas nos hospedeiros (Süss *et al.*, 2008). É sobretudo às ninfas que se atribui a grande maioria da transmissão das infeções na população humana (Silva *et al.*, 2006). Em todas as fases ativas é necessária uma refeição sanguínea para transitar para a fase seguinte, após a ingestão o ixodídeo liberta-se e ocorre a metamorfose em média 5-15 dias nas larvas, 3-11 dias nas ninfas para adultos (Dantas-Torres, 2008). Os machos realizam uma pequena ingestão de sangue para terminar a espermatogénese, não sendo sempre necessária na fase adulta uma vez que realizam a espermatogénese na fase ninfal. As fêmeas necessitam de ingerir grandes quantidades de sangue para garantir a postura (CEVDI, 2020). Uma carraça contaminada com um agente etiológico transmite de forma exponencial aos seus descendentes, contribuindo a propagação da doença ao longo do tempo.



Figura 9 - Estádios de desenvolvimento dos ixodídeos A, B
- Adulto macho/fêmea; C – Ninfa; D – Larva.

Fonte: Nádia Lopes, 2017

Além disso, o ciclo de vida da carraça é dividido em duas etapas, a fase parasitária e a fase de vida livre (ou fase não parasitária) (**Figura 10**). A fase parasitária envolve a fixação da larva a um hospedeiro até chegar ao estágio adulto. Após atingirem a fase adulta, as teleóginas (fêmeas) desprendem-se do hospedeiro dando-se assim início à fase de vida livre (CEVDI, 2018).

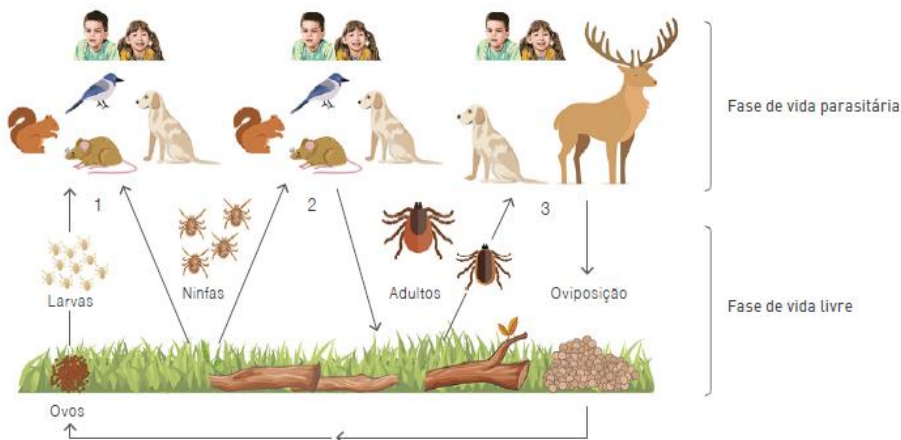


Figura 10 - Ciclo de vida do Ixodídeo. Fase parasitária e fase de vida livre.

Fonte: CEVDI, 2020

4.1.1. Fase não parasitária

A fase não parasitária dos vetores ixodídios ocorre sempre entre a manhã e o fim do dia, procurando refúgio na vegetação ou mesmo no ninho dos animais que parasitam, para se protegerem da incidência solar e de predadores naturais que possam existir (aranhas, pássaros e vespas) (Hoogstraal, 1985 ; Paul et al., 2016). Após esta

separação do hospedeiro, a fêmea matura os ovários cerca de 6 semanas, sendo esta fase conhecida por pré-postura. Este tempo de incubação está fortemente interligado com as condições meteorológicas (Dantas-Torres, 2008). O ciclo de vida é finalizado após a ovipostura e a teleógina morre. Em Portugal cada fêmea do carrapato tem a capacidade de realizar ovipostura de cerca 3000 a 5000 ovos (CEVDI, 2020). Depois de um período de quiescência (período inativo) associado às condições ambientais desfavoráveis, as larvas agrupam-se nas pontas das folhas da vegetação mais rasteira (**Figura 11**), onde permanecem aguardando por um hospedeiro, podendo sobreviver cerca de 80 dias à espera do mesmo (GARCIA *et al.*, 2019). Estudos indicam que nos meses mais quentes, primavera e verão, o tempo desde o desprendimento da teleógina até ao aparecimento das suas larvas na pastagem é menor do que durante as estações mais frias, outono e inverno (GARCIA *et al.*, 2019).



Figura 11 – Fase não parasitária/livre do carrapato.

Fonte: Embrapa, 2019

Nos ambientes urbanos, os espaços verdes oferecem condições adequadas de temperatura e humidade favoráveis para a persistência dos carrapatos em todos os estágios parasitários, bem como para populações de hospedeiros prósperos para a propagação (Li *et al.*, 2019). No entanto, o maior risco reside na população das áreas mais rurais, onde as habitações encontram-se próximas de ambientes naturais. Nestas áreas, existem numerosos hospedeiros de estágios parasitários de carrapatos, alguns deles sendo reservatórios de patogénicos que podem ser transmitidos aos mesmos (Rizzoli *et al.*, 2014). É ainda de destacar que grande parte dos ixodídeos se encontram

em fase não parasitária, mais concretamente ovos, ixodídeos na busca de novo hospedeiro e teleóginas, e apenas uma pequena percentagem da população de carrapatos se encontram alojados no hospedeiro. Esta realidade torna-se num grande problema de controlo desse ectoparasita, visto que as ações de combate deste vetor são destinadas apenas aos carrapatos fixos (fase parasitária) que representam a minoria da população (GARCIA et al., 2019).

4.1.2. Fase parasitária

A fase parasitária inicia-se com a fixação da larva num hospedeiro suscetível, dando preferência a certas regiões do corpo, nomeadamente zonas onde exista uma melhor temperatura corporal, uma menor espessura da pele, assim como zonas que visem proteção da autolimpeza realizada pelos hospedeiros na tentativa de eliminar estes ectoparasitas (**Figura 12**) (GARCIA et al., 2019).



Figura 12 – Fase parasitária do carrapato

Fonte: Clivepa, 2018

Após um intervalo de 4 a 7 dias de fixação da larva no hospedeiro, ocorre uma evolução do estágio larval para ninfa. Quando a alimentação está completa, a ninfa ingurgitada desprende-se do hospedeiro procurando um lugar seguro para realizar a sua metamorfose. Neste período de cerca de 9 semanas dependendo dos fatores ambientais (temperatura e humidade podem prolongar este período), a ninfa sofre a ecdise (eliminação do exoesqueleto) transformando-se em adulto. Existe influência da

temperatura na metamorfose, uma vez que em baixas temperaturas (por exemplo, a 10°C), o ingurgitamento das larvas e ninfas podem sofrer diapausa (Hoogstraal, 1985; Gray et al., 2009). No estado adulto, após a cópula as fêmeas realizam o desprendimento do hospedeiro, enquanto os machos permanecem por um período mais longo em busca de novas fêmeas para cópula (Farias, 2007). Na fase parasitária não existe muita influência das condições climáticas, pelo facto do vetor estar fixo ao hospedeiro que mantém uma temperatura corporal constante, distintamente da fase de vida livre, em que o carrapato está condicionado pela temperatura e condições do ambiente (GARCIA *et al.*, 2019).

Considerando as duas fases de vida do parasita (livre e parasitária), pode-se inferir que a condição meteorológica tem uma ampla influência no ciclo de vida do carrapato variando entre regiões e estações do ano. O ciclo pode ser completo em dois meses, sob as condições ideais, podendo-se estender-se por vários meses em condições desfavoráveis (Farias, 2007).

4.2. Ciclo de transmissão de doenças zoonóticas por vetores ixodídeos

Quando as larvas dos carrapatos se alimentam de um vertebrado infetado, o agente etiológico entra no intestino, colonizando-o por meio de interações proteína-proteína, levando a que essas larvas infetadas se transformem em ninfas infetadas (transmissão transestadial)(Radolf *et al.*, 2012). Quando a ninfa infetada (reservatório) se alimenta de novos vertebrados 'saudáveis', o agente etiológico replica-se e migra do intestino para as glândulas salivares, onde é transmitido ao hospedeiro que se torna também um reservatório do agente etiológico (**Figura 13**) (Narasimhan *et al.*, 2014).

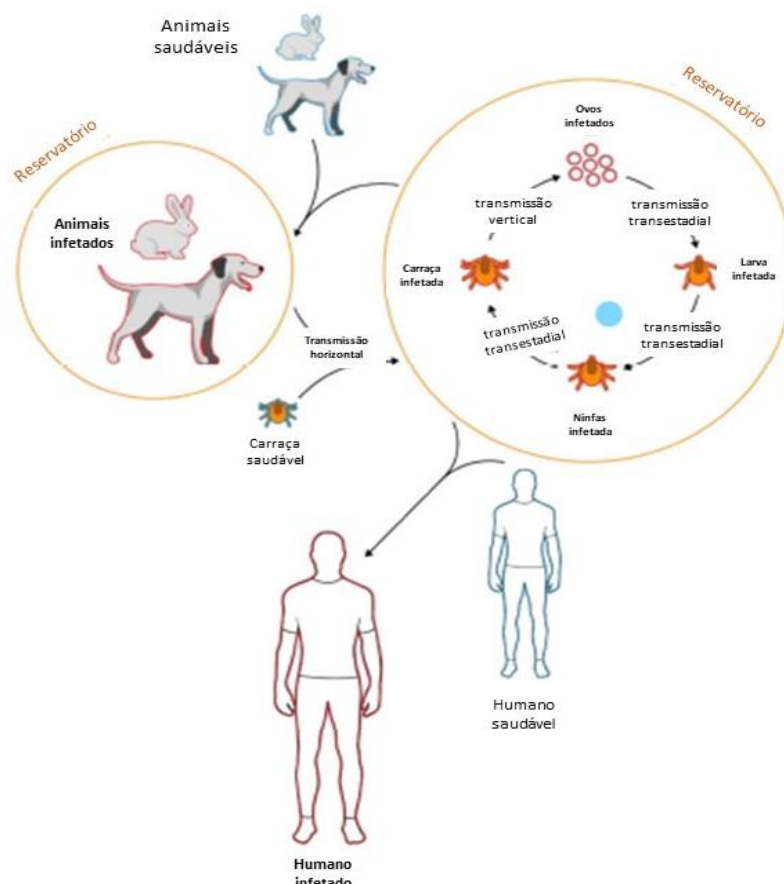


Figura 13 - Ciclo de transmissão do agente etiológico através do vetor ixodídeo.

Fonte: Spernovasilis *et al.*, 2021

Um reservatório pode ser definido como o habitat de um agente etiológico, onde este se desenvolve e se multiplica. O agente infeccioso necessita de um reservatório para a sua sobrevivência e para ser transmitido a um hospedeiro suscetível (Mannelli et al., 2012). Para que a carrapa transmita eficazmente um agente patogénico é necessário que demonstre capacidade e competência vetorial. A capacidade vetorial é determinada por variáveis intrínsecas do vetor que permite manter a infeção e consequentemente transmitir o agente infeccioso (Silva et al., 2006). Por outro lado, a competência varia com as variáveis ambientais tais como a dimensão da população, a longevidade, o número de posturas e o próprio comportamento alimentar afeta a transmissão do agente patogénico (la Fuente, de et al., 2017).

Na transmissão efetiva do agente infeccioso, o ixodídeo pode atuar como vetor mecânico onde o agente se aloja no trato digestivo do artrópode, até ser transmitido ao hospedeiro vertebrado. Neste caso, o agente patogénico não se multiplica no vetor e o artrópode apenas o transmite mecanicamente de um hospedeiro vertebrado para outro. O carrapato também atua como vetor biológico, onde o agente infeccioso prolifera antes de ser transmitido a um hospedeiro vertebrado. Esta situação é a mais frequente (Silva *et al.*, 2006). Os ixodídeos geralmente são zoofílicos, contudo, algumas espécies têm sido encontradas a parasitar os humanos, transmitindo-lhe diversos agentes patogénicos. Este facto não se deve a uma tendência antropofílica, mas sim à oportunidade de contacto com o ser humano, que se torna assim um hospedeiro acidental.

O carrapato, como um parasita generalista, consegue hospedar-se tanto em animais selvagens como domésticos, ambos presentes em ambientes urbanos, aumentando assim a sua exposição a uma variedade de patógenos (Millins *et al.*, 2017). A introdução deste vetor nas áreas verdes urbanas pode ocorrer por meio de migrações locais de aves ou mesmo por pequenos roedores que habitam nas imediações (Heylen *et al.*, 2019). Uma vez que várias espécies de pássaros representam um dos grupos principais de hospedeiros para os estágios imaturos do carrapato, estas tornam-se a grande fonte de invasão urbana, sendo através destes hospedeiros (aves migratórias que viajam regularmente entre países e continentes) que existe a possibilidade de inserção de espécies exóticas de carrapatos (Reed *et al.*, 2003).

4.3. Doença de Lyme

A doença de Lyme representa a doença zoonótica mais prevalente na Europa, sendo esta transmitida aos humanos e animais por vetores ixodídeos (geralmente *Ixodes ricinus*) contaminado pela bactéria do género *Borrelia* (Földvári, 2016). Esta transmissão, ocorre quando a carraça efetua a sua refeição de sangue, sendo necessário que parasite o hospedeiro por mais de **36 horas** (os períodos breves de aderência raramente transmitem a doença) (Li *et al.*, 2019). As borrelíias encontram-se restritas ao intestino do ixodídeo, nas microvilosidades e no epitélio. Durante a refeição sanguínea estas

espiroquetas migram pelos tecidos e glândulas salivares, sendo a transmissão ao Homem provocada pela inoculação das bactérias juntamente com a saliva (CEVDI, 2020). O efeito climático na transmissão da Doença de Lyme não pode ser subestimado, visto que a maior parte do desenvolvimento e atividade do carrapato ocorre na fase de vida livre onde existe uma influência direta da temperatura e humidade a nível microclimático (Mannelli *et al.*, 2012). A transmissão acontece, maioritariamente, através dos espaços verdes, florestais e agrícolas, local de predominância do carrapato (Uspensky, 2014). A transmissão é mais provável de ocorrer através das ninfas, sendo estas as mais abundantes na primavera e início de verão (Shapiro, 2014). Em Portugal são conhecidas pelo menos cinco espécies patogénicas, nomeadamente *B. burgdorferi sensu stricto*, *B. afzelii*, *B. valaisiana*, *B. garinii* e *B. lusitaniae*, sendo esta última a mais comum (CEVDI, 2020). Na **Figura 14** encontra-se apresentada a evolução da notificação da doença de Lyme a nível Nacional (1999-2016), sendo a zona Norte a mais afetada (Direção Geral da Saúde, 2017).

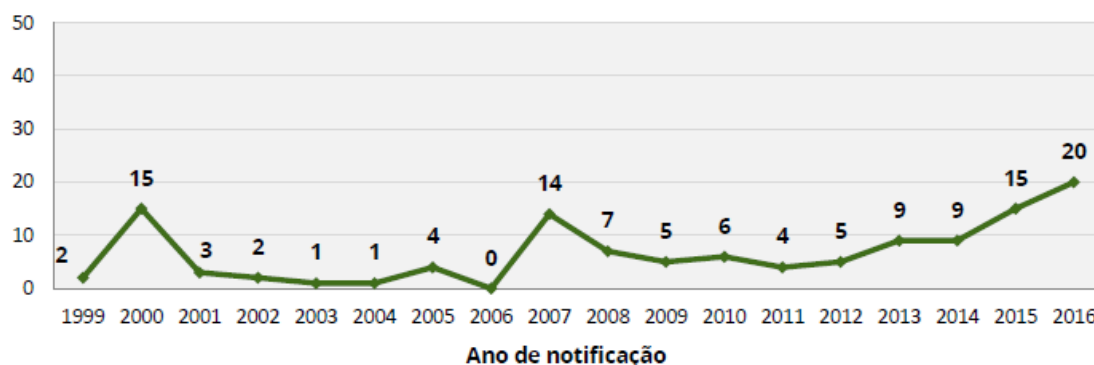


Figura 14 - Casos notificados de Doença de Lyme em Portugal (1999 – 2016).

Fonte: Direção Geral da Saúde, 2017

A borreliose de Lyme é uma doença multissistémica, afetando vários tecidos ou órgãos. Após a mordedura do carrapato, os primeiros sintomas ocorrem entre **3 e 60** dias, e a primeira manifestação clínica ocorre a nível cutâneo, criando uma enorme mancha vermelha, muitas vezes rodeada por vários anéis com o diâmetro de cerca 5 cm no local

da mordida podendo atingir até 75 cm (**Figura 15**) (Amaro, 2020). Embora apresentando dimensões menores, existe aparecimento de manchas no corpo designadas eritemas migratórios, geralmente acompanhado por febre, mialgias, articulações inchadas, cefaleias e fadiga (Amaro, 2020).



Figura 15 - Sintomatologia da borreliose de Lyme

Fonte: James Gathany, 2020

Em situações mais graves da doença pode ocorrer meningite e paralisia de Bell (num lado ou, em ambos os lados da face), e em casos mais raros problemas cardíacos, como arritmia, miocardite, ou pericardite (Shapiro, 2014). A artrite representa a doença mais prevalente associada a esta zoonose, desenvolvendo-se em mais de metade dos infetados, geralmente dentro de vários meses acompanhado por inchaço e a dor nas articulações, em particular nos joelhos (Shapiro, 2014). Algumas pessoas nas fases mais graves da infeção desenvolvem anomalias no sistema nervoso, afetando o seu humor, fala, memória e ciclo de sono (INSA, 2019). Também já foram descritas manifestações como encefalites, meningites crónicas, e síndromas semelhantes a esclerose múltipla (INSA, 2019). Na fase mais tardia da doença, mesmo após o tratamento, em países da Europa e na Ásia foi reportado o aparecimento de acrodermatite crónica atroficante a forma dermatológica crónica da borreliose de Lyme (Amaro, 2020). Não existe, no momento, vacinas no mercado para a prevenção da doença de Lyme, sendo necessário um investimento nas ações de monitorização e prevenção da transmissão dos vetores em áreas de alto risco (Li *et al.*, 2019).

4.4. Febre Escaro Nodular (FEN)

A doença FEN ou vulgarmente conhecida como a febre da carraça, representa uma doença zoonótica endémica da zona mediterrânea, sendo Portugal dos países com maior taxa de incidência (Direção-Geral da Saúde, 2016). Na **Figura 16** encontra-se apresentado a evolução desta patologia a nível Nacional, sendo o Norte a segunda zona mais afetada (dados relativos a 2016) (Direção Geral da Saúde, 2017). Esta zoonose representa uma doença que na generalidade é transmitida aos humanos e animais através da mordedura do vetor ixodídeo "*Rhipicephalus sanguineus*" contaminado com bactérias do género *Rickettsia*, enquanto este efetua a sua refeição sanguínea (CEVDI, 2020). Qualquer fase evolutiva (larva, ninfa, adulto) do ixodídeo pode transmitir a doença ao humano, no entanto, está descrito que as larvas e ninfas são o estágio responsável pelo maior número de casos de FEN (CEVDI, 2020). Uma vez instalado é necessário cerca de 6 - 20 horas de parasitação pelo artrópode para existir transmissão da doença (Sociedade Portuguesa de pediatria, 2005). Os reservatórios habituais do agente etiológico da FEN são os cães, raposas e pequenos roedores, assim como os próprios ixodídeos, que além de vetores, funcionam também como reservatórios, sendo o ser humano um hospedeiro acidental (Sociedade Portuguesa de pediatria, 2005). Cerca de 85% dos casos de FEN ocorrem durante o final da primavera e no verão alcançando o seu pico em julho e agosto (Amaro, 2020 ; Jorge, 2019).

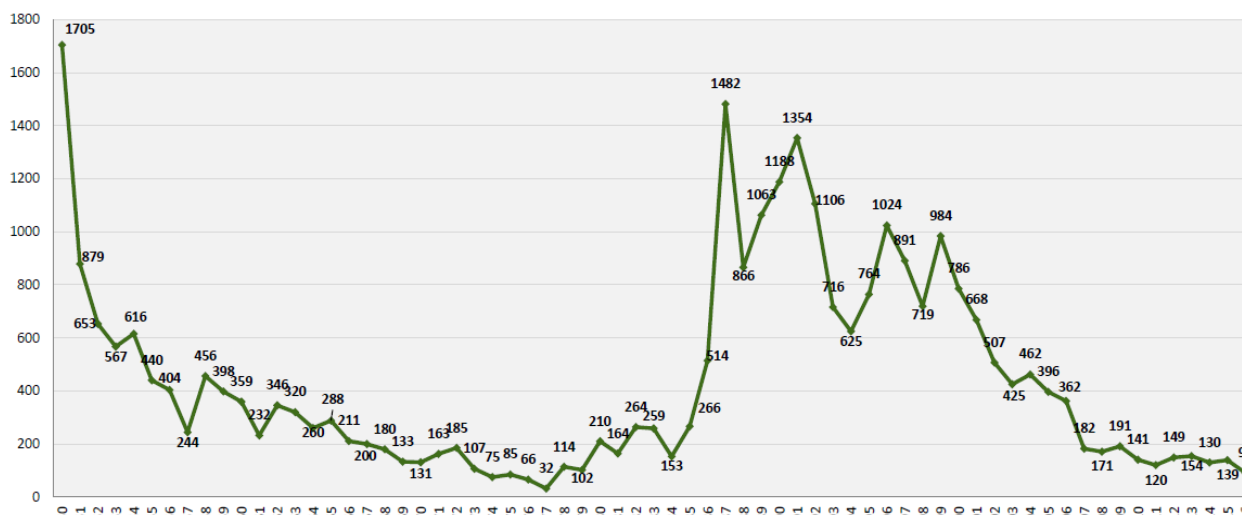


Figura 16 - Casos notificados de Febre Escaro Nodular em Portugal (1950 – 2016)

Fonte: Direção Geral da Saúde, 2017

Através da picada do *ixodídeo* o humano fica exposto à bactéria, a incubação varia entre três a sete dias, surgindo sintomas por volta do sexto dia. A sintomatologia inicial passa por arrepios súbitos, seguidos de febre alta ($>39^{\circ}\text{C}$), taquicardia (ritmo cardíaco acelerado), cefaleias, vômitos, mialgias, artralgias e frequentemente delírio devido à febre. Em simultâneo a estes primeiros sintomas pode surgir erupção maculopapular avermelhada ao longo do tronco, braços e pernas, assim como dos vasos sanguíneos lesados na membrana que reveste o olho (Amaro, 2020). Na fase mais tardia da infeção ocorre febre, icterícia (pigmentação amarelada da pele e dos olhos), hipertrofia do fígado e do baço, inflamação do coração e insuficiência cardíaca. A febre permanece elevada durante 3 a 5 dias desaparecendo de imediato à semelhança dos restantes sintomas, voltando a reaparecer subitamente ao fim de 7 a 10 dias acompanhados por dor nas articulações (Oteo e Portillo, 2012). A icterícia é o sintoma mais frequente durante uma recaída. Os episódios tornam-se gradualmente menos intensos, até que o doente recupera e crie imunidade. Esta doença, pode-se tornar mais grave quando ligadas a outras patologias, como diabetes, insuficiência cardíaca, alcoolismo, entre outros (INSA, 2019).

Como todos os vetores e reservatórios circulam livres na natureza, a erradicação da doença é praticamente impossível, logo é necessário reduzir a sua transmissão

detetando atempadamente as zonas de maior risco tanto para os animais domésticos como no Homem. Uma vez que a FEN representa uma doença de declaração obrigatória, a vigilância epidemiológica através da notificação é essencial para o conhecimento da evolução do número de casos da propagação da doença, permitindo a adoção de medidas preventivas e de controlo pelas autoridades de saúde (Sousa, De *et al.*, 2003).

4.5. Rede de vigilância de vetores (REVIVE)

De acordo com o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA), a associação entre as mudanças climáticas, demográficas e sociais, resistência de vetores a pesticidas, alterações genéticas nos agentes infecciosos e mudanças nas práticas de saúde pública têm levado a uma preocupação do aumento das doenças transmitidas por vetores (mosquitos e carraças). De modo a prevenir o aumento ou mesmo o (re)surgimento destas doenças criou-se o com a participação do Centro de Estudos de Vetores e Doenças (CEVDI), órgão competente para a vigilância epidemiológica, formação e divulgação de conhecimentos, o primeiro protocolo da Rede de Vigilância de Vetores. Este projeto criado como uma rede entre a Direcção-Geral da Saúde (DGS), as Administrações Regionais de Saúde (ARS) e o INSA, cuja implementação “têm como o objetivo aumentar o conhecimento epidemiológico das espécies de vetores presentes nas várias regiões do país, a sua distribuição e abundância, bem como para esclarecer o seu papel como vetores de agentes de doenças, com os seguintes objetivos (CEVDI, 2020):

- Monitorar a atividade dos artrópodes hematófagos;
- Caracterizar as espécies e sua ocorrência sazonal;
- Identificar os importantes patógenos em saúde pública transmitidos por esses vetores;
- Emitir alertas para a adequação das medidas de controlo de acordo com a densidade dos vetores e o nível de infeção (ARS Norte, 2016; INSA, 2017).

Neste programa são capturados mosquitos e carraças por técnicas específicas, para que possam ser identificados e estudados, contribuindo assim para um conhecimento das espécies existentes numa determinada área geográfica, passando

assim a um geoprocessamento de informações úteis e à adoção de medidas e ações de vigilância e controlo de doenças transmitidas à população. Técnicos especializados nos ACES (Agrupamento de Centros de Saúde) selecionam os locais de colheita nas áreas consideradas de maior risco e após essa colheita e preenchimento dos boletins, as amostras são encaminhadas para o CEVDI. O CEVDI envia os resultados mensais ao DSP (Departamento de Saúde Pública) produzindo o relatório anual. Os relatórios detalhados do programa REVIVE são enviados anualmente à ARS (Administração Regional de Saúde) e à DGS realizando o resumo geral a nível Nacional (CEVDI, 2020; Direção-Geral da Saúde, 2016). Na Figura 17 pode-se verificar a evolução das capturas de vetores ixodídeos associadas ao programa REVIVE na zona Norte (dados dos relatórios técnicos fornecidos pelo INSA).

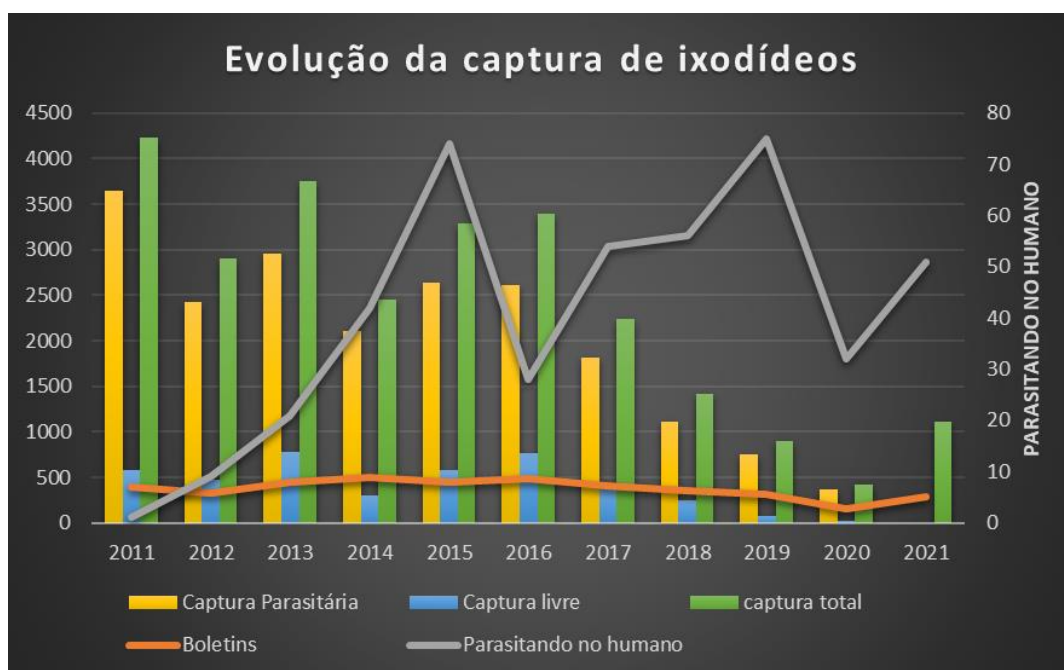


Figura 17 - Evolução da captura de ixodídeos na zona norte

Como podemos observar na Figura 17, é notório o aumento do número de carrapatos capturados em humanos, levantando preocupações para a saúde pública. De salientar também o decréscimo de capturas, especialmente a partir de 2019 (início de pandemia), onde o responsável pelas capturas do programa REVIVE foram direcionados para as atividades de vigilância epidemiológica de COVID-19.

4.5.1. Modo de captura dos ixodídeos

O programa de captura de vetores ixodídeos foca-se nas duas fases de vida do vetor (livre e parasitária), entre os meses de maio e setembro (onde existe melhores condições para o desenvolvimento do mesmo). A colheita do vetor na fase de vida parasitária, normalmente, ocorre com o auxílio das clínicas veterinárias das respectivas áreas, que capturam e armazenam em tubos as carraças removidas dos animais. Na captura na fase de vida livre, a seleção dos locais assim como dos momentos de colheita são da responsabilidade ARS, informando o Centro de Estudos de Vetores e Doenças Infeciosas (CEVDI) do Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA) que asseguram a programação da chegada de material necessário. Após a seleção do espaço ve, é realizado o método de “arrastamento da bandeira” onde consiste na passagem de um pano turco, de cor branca sobre a vegetação como demonstrado na **Figura 18**, a uma velocidade constante percorrendo cerca de 100 m.



Figura 18 - Método de “arrastamento da bandeira”

Fonte: ACES Oriental

As carraças são então recolhidas com o auxílio de pinças e colocadas em frascos de plástico com tampa de rosca, juntamente com algumas ervas, para garantir a sobrevivência das carraças até serem recebidas no laboratório. As amostras são

enviadas até três dias após colheita para CEVDI/INSA por correio, ou entregues pessoalmente, acondicionadas em malas refrigeradas. Todas as capturas têm de ser acompanhadas pelos Boletins de Colheita (desde 2019 submetidos online através de uma plataforma própria). No CEVDI/INSA, após a identificação da espécie, cada carrapato é processado para a determinação molecular de bactérias dos géneros *Rickettsia* e *Borrelia*. As amostras positivas prosseguem para confirmação e identificação da espécie bacteriana. No primeiro trimestre de cada ano é realizado um Relatório Técnico, através do qual são enviados a cada uma das regiões os resultados. Em abril de cada ano é organizado o Workshop REVIVE, com a participação de técnicos e responsáveis das ARSs, INSA e DGS, sendo apresentado os resultados nacionais.

5. Metodologia

Nesta dissertação foi realizado um estudo descritivo e transversal, sendo as áreas de estudo os municípios de Matosinhos, Vila Nova de Gaia, Maia e Porto (Norte de Portugal) (**Figura 19**). Este estudo foi dividido em quatro etapas considerando os municípios mencionados: (1) caracterização do nível climático assim como projeções futuras, (2) caracterização demográfica e das áreas verdes da área de estudo, (3) caracterização da distribuição de vetores ixodídeos capturados através do Programa REVIVE, e (4) identificação e caracterização das áreas vulneráveis à expansão de vetores ixodídeos e transmissão de doenças.

5.1. Caracterização da área de estudo

Os municípios selecionados encontram-se inseridos no distrito do Porto (Norte de Portugal), existindo uma diferença de variáveis entre estes 4 municípios nomeadamente no uso do seu solo, densidade populacional e as respetivas áreas verdes urbanas.

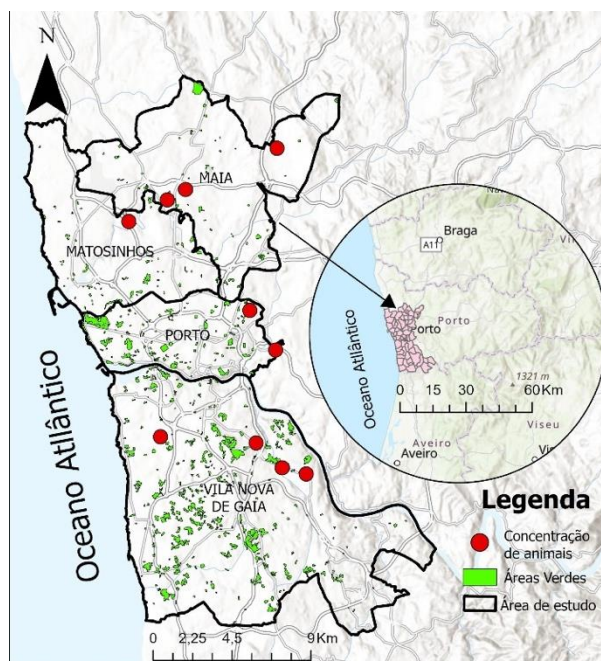


Figura 19 - Áreas verdes urbanas no distrito do Porto.

Na **figura 19** encontram-se representado os locais propícios de conter ixodídeos na área urbana (concentração de animais), neste caso estão sinalizadas as áreas verdes, onde é possível encontrar maioritariamente ixodídeos na fase livre, como também se encontram assinalados os canis municipais, que apesar de todos os protocolos seguidos pelos mesmos, existe a possibilidade de contar ixodídeos na fase parasitária.

5.1.1. Município da Maia

O município da Maia situado no núcleo central da AMP caracteriza um território densamente urbanizado com cerca de 83km² e uma população de 135.306 habitantes, com forte implantação industrial possuindo o maior parque industrial do país (AMPorto, [2022]). Devido à sua localização e ao elevado nível de acessibilidade, destaca-se o Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Segundo a Câmara Municipal da Maia existe cerca de 11,2 m² de área verde por habitante, comprometendo-se a incrementar os seus esforços no sentido de alargar, preservar e melhorar continuamente a sua rede de espaços verdes. Destacam-se como pontos neste território: o parque ecológico do Avioso, Zoo da Maia, a Quinta da Gruta, parques urbanos, parque canino de Moreira da Maia (**Figura 20**).

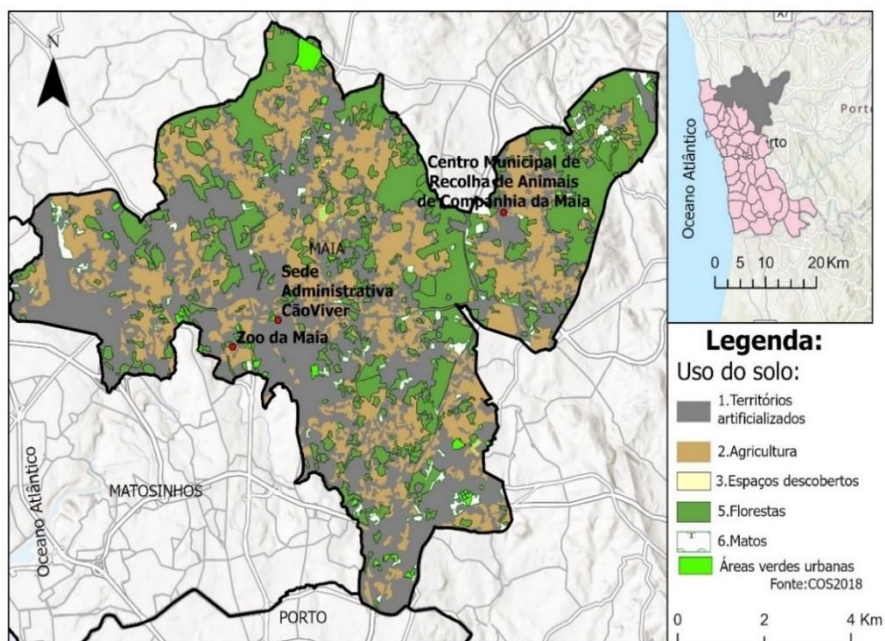


Figura 20 - Uso do solo da Maia

Em relação ao uso do solo, existe uma fronteira entre o território artificial na zona mais a Este (junto a Matosinhos), para uma transição para um meio mais rural à medida que se afasta desta área, existindo um aumento de áreas agrícolas e florestal. A maior concentração de espaços verdes encontra-se no centro da Maia (maior território artificial) junto ao **zoo da Maia**.

5.1.2. Município de Matosinhos

O município de Matosinhos situado no litoral norte da AMP, com um território densamente urbanizado ao centro, apresenta áreas mais rurais nas periferias à exceção do Sul (fronteira com o Porto). Este município contendo uma população de 175.478 habitantes, assume uma forte ligação ao mar, estendendo-se por cerca de 62.4km². Matosinhos possui uma das melhores infraestruturas portuárias do país, o Porto de Leixões, assim como fronteira com o parque da cidade (pertencendo ao município do Porto) e vários outros parques de grande dimensão (**Figura 21**). A câmara de Matosinhos encontra-se a investir em vários corredores verdes, de especial importância o corredor verde do rio Leça, que irá criar 18 km de percurso atravessando vários outros municípios. Destaca-se como pontos neste território: o parque Real, parque Basílio Teles, Quinta da Conceição, Praça das Setes Bicas, considerando também a afluência de turistas, usando os espaços verdes das imediações para se alojarem.

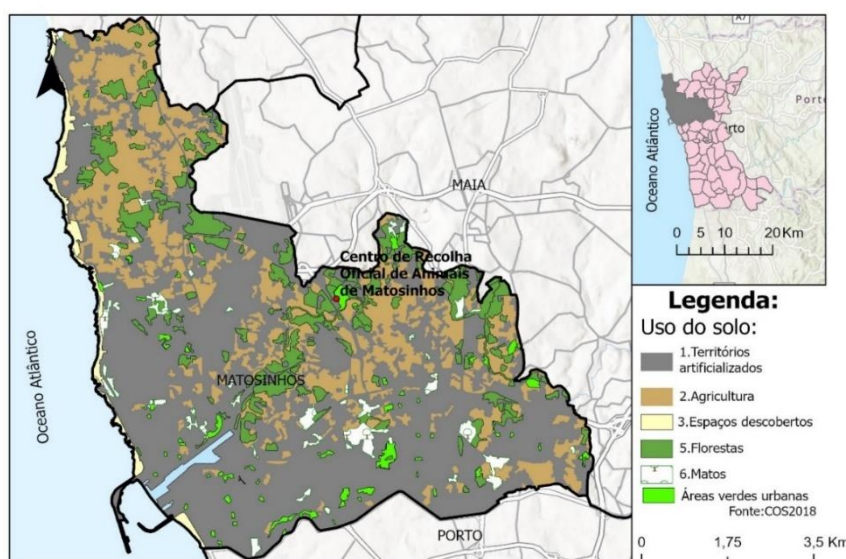


Figura 21 - Uso do solo de Matosinhos

Matosinhos representa uma área bastante artificializada, especialmente no centro e na fronteira com o Porto, tornando-se um território mais agrícola na zona Norte (Lavra, Perafita e Santa Cruz do Bispo) e na fronteira com a Maia (Custóias e Leça do Balio). De destacar que ao longo da marginal de Matosinhos, existe um corredor verde bastante usado pelos turistas assim como pelos habitantes para o passeio dos animais domésticos.

5.1.3. Município do Porto

O município do Porto situado na foz do rio Douro, representa uma das cidades mais antigas da Europa. Este município estende-se por cerca de 41.4km² e uma população de 237.591, sendo uma cidade bastante urbanizada (**Figura 22**), existindo ainda grande extensão de espaços verdes urbanos. Os espaços verdes da cidade do Porto são promotores de uma continuidade ecológica e cultural, essencial para a sustentabilidade ambiental, uma vez que são praticamente o único contacto com o natural existente no município. O Porto dispõe de aproximadamente 455 hectares de espaço verdes de acesso público, onde se encontra projetado implementar 160 novos hectares. Destaca-se como pontos neste território: o Parque da Cidade, Parque da Pasteleira, Parque do Covelo, Jardins do Palácio de Cristal, parque Canino Paulo Vallada.

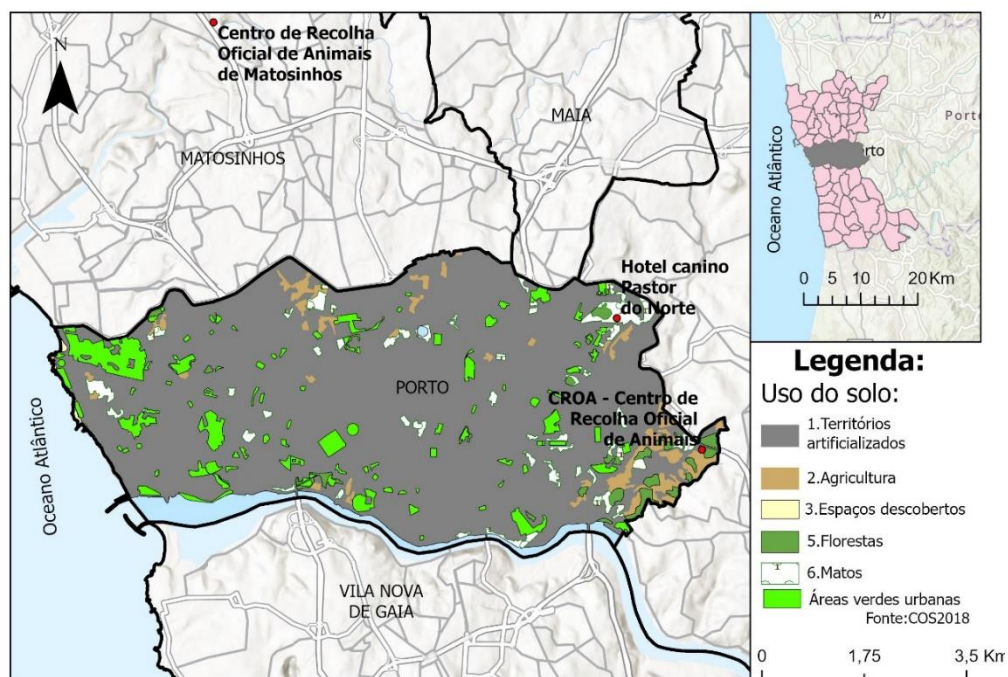


Figura 22 - Uso do solo no município do Porto

O município do Porto afirma-se como o município mais artificializado de toda a área em estudo, por este motivo, de forma a evitar a perda de biodiversidade, representa uma enorme área urbana de espaços verdes existindo um prognóstico por parte camarária de aumentar a mesma. Apesar de toda a área verde existente, este município apresenta a menor taxa de esforço de captura livre de todos os municípios da área de estudo.

5.1.4. Município da Vila Nova de Gaia

O município de Vila Nova de Gaia é o terceiro município mais populoso do país, com mais de 302.295 habitantes e com uma área de cerca de 168,5 km². Vila Nova de Gaia é uma cidade bastante urbanizada a norte como pode-se verificar na **Figura 23**, existindo bastantes espaços verdes urbanos espalhados pelo município. É de realçar a transição do urbano para o rural a Sul e Sudeste do município, prevalecendo as florestas e a agricultura. Destaca-se como pontos neste território: Parque da Lavandeira, ponte Maria Pia, Parque Biológico de Gaia, Jardim do Morro

O município de Vila Nova de Gaia representa um município bastante diversificado no uso do seu solo, existindo uma concentração alta de território artificializado a Norte e ao longo da costa, tornando-se mais rural à medida que avança para Sudoeste contendo bastantes espaços agrícolas e florestas. Na zona mais a Norte existe uma grande afluência por parte de turistas aos jardins e parques existentes.

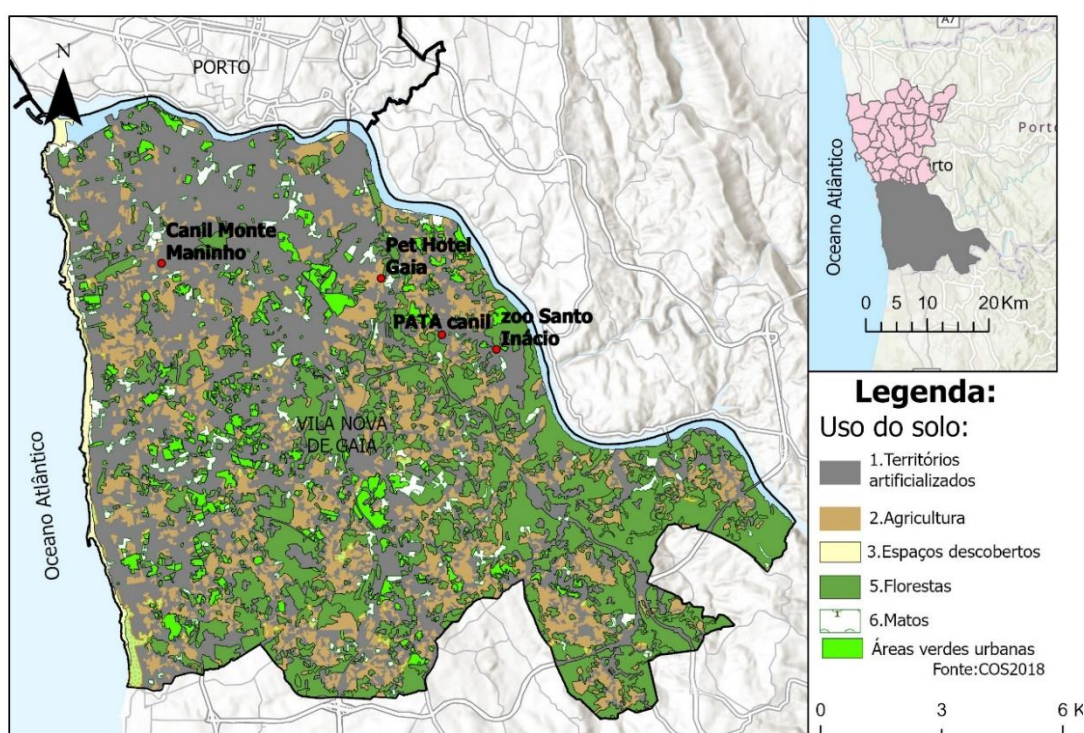


Figura 23 - Uso do solo de Vila Nova de Gaia

5.2. Caracterização do nível climático

Utilizando os dados existente no PMAAC, juntamente com dados facultados das estações climatológicas seculares existentes da AMP, mais concretamente da **Serra do Pilar e de Pedras Rubras**, foi caracterizado o modo de funcionamento do sistema climático ao longo de **mais de 100 anos**, usando estes dados para simular futuras mudanças de paradigmas climáticos. Além da caracterização secular da AMP, com os

dados das estações foi calculado mensalmente o percentil 90 da temperatura e da humidade relativa da área de estudo entre o período de 2011 – 2020, permitindo a obtenção de dados meteorológicos mais concretos e localizados, com o intuito de analisar os meses com as condições mais propícias ao desenvolvimento dos vetores ixodídeos. Dados relativos à pluviosidade não foram inseridos nesta dissertação, uma vez que estes apresentam uma contribuição indireta na propagação e atuação dos ixodídeos.

5.3. Caracterização demográfica e das áreas verdes

Através dos dados disponíveis pela Direção Geral do Território (DGT) obteve-se as *Shapefiles* da carta administrativa oficial de Portugal relativamente ao uso do solo da área de estudo, complementando com os dados *Urban Atlas* relativamente aos espaços verdes existentes na área de estudo. De realçar que a *Shapefile* dos espaços verdes engloba todas as áreas reconhecidas como tal, incluindo cemitérios, lagoas, passeios verdes, entre outros. Por este motivo foi necessário criar uma nova *Shapefile* contendo apenas os parques e jardins, sendo estes espaços mais propícios de conter o vetor assim como ocorrer o contacto com a população, tendo em conta a sua área, tipologia e frequência. Com os dados recolhidos, georreferenciou-se as áreas verdes existentes na área de estudo, cruzando com os dados relativos à população residente. Para tal, calculou-se a densidade Populacional segundo os censos de 2011 dos municípios à escala das subsecções, estabelecendo como primeiro valor da escala a média da densidade dos 4 municípios (2996 hab./Km²), aumentado gradualmente através das escalas naturais propostas pelo software ArcGIS. Com os dados recolhidos ainda neste tópico obteve-se os dados relativos à distribuição dos solos, construindo o mapa de uso do solo utilizado na caracterização da área.

Os valores usados para a determinação da densidade populacional foram relativos aos censos de 2011, uma vez que os valores relativos a 2021 ainda são provisórios.

5.4. Caracterização da distribuição de vetores ixodídeos capturados através do Programa REVIVE

Os dados foram facultados pela ARS Norte relativos ao Programa REVIVE, agrupou-se e analisou-se a evolução espaço temporal dos vetores ixodídeos nos municípios em estudo. O tratamento dos dados centrou-se essencialmente nos locais de captura, fase de vida em que foi capturado (livre ou parasitaria), esforços de captura do mesmo, espécie capturada, assim como resultados analíticos relativos à deteção do agente etiológico de doença de Lyme e FEN. Com o intuito de obter dados mais detalhados, contactou-se os ACES de cada município, tendo sido apenas possível trabalhar os dados específicos relativos ao município da Maia.

5.5. Identificação e caracterização das áreas vulneráveis à expansão de vetores ixodídeos e transmissão de doenças

Com a intenção de delimitar as zonas de maior risco, relativo ao contato entre os carrapatos e a população, elaborou-se um mapa de vulnerabilidade dos parques e jardins urbanos, propondo novas áreas de vigilância de vetores ixodídeos nos municípios em estudo. Após a projeção do mapa da densidade populacional, separou-se e criou-se a *Shapefile* com os valores mais elevados da densidade populacional (10001-17000 habt. Km²), assumindo estas subsecções de maior risco e afluência das áreas verdes urbanas. Com o auxílio do Google Earth, realizou-se uma base de dados dos parques e jardins urbanos existentes na área de estudo, transpondo essa base para o programa, projetando e georreferenciado os mesmos. Após a inserção de todos os dados necessários, criou-se um Buffer de 500 m de todas as subsecções mencionadas no ponto anterior, intercetando e seleccionando todos os parques e jardins da base de dados nesse raio, criando um layout, expondo todos os valores seleccionados para cada município da área de estudo de maior relevo para controlo dos vetores nas áreas verdes urbanas.

6. Resultados e discussão

6.1. Contexto climático atual na AMP

Na AMP existem quatro tipos de mosaicos climáticos regionais: (1) Fachada atlântica (onde estão inseridas as áreas de estudo), (2) Atlântico ameno, (3) Transição e (4) Altitude (Monteiro et al., 2017). Após a recolha e verificação dos dados fornecidos pelo PMMAC, podemos afirmar que existe: (1) uma evidência da subida da temperatura como podemos constatar através da evolução da temperatura mínima e máxima representadas na **Figura 24 A e B** respetivamente; (2) uma mudança na distribuição da precipitação sobretudo dos episódios extremos (precipitações extremas e seca) **Figura 24 C**, bem como (3) uma desorganização estacional e (4) um aumento da frequência de episódios extremos de vento. De realçar que nas zonas em estudo existe um défice de conforto bioclimático, potenciando problemas de saúde relacionados aos eventos extremos, em especial no município do Porto por ser a área mais intensamente urbanizada. Em relação à precipitação e vento, a inexistência de estações climatológicas adequadamente localizadas tornou o diagnóstico praticamente impossível.

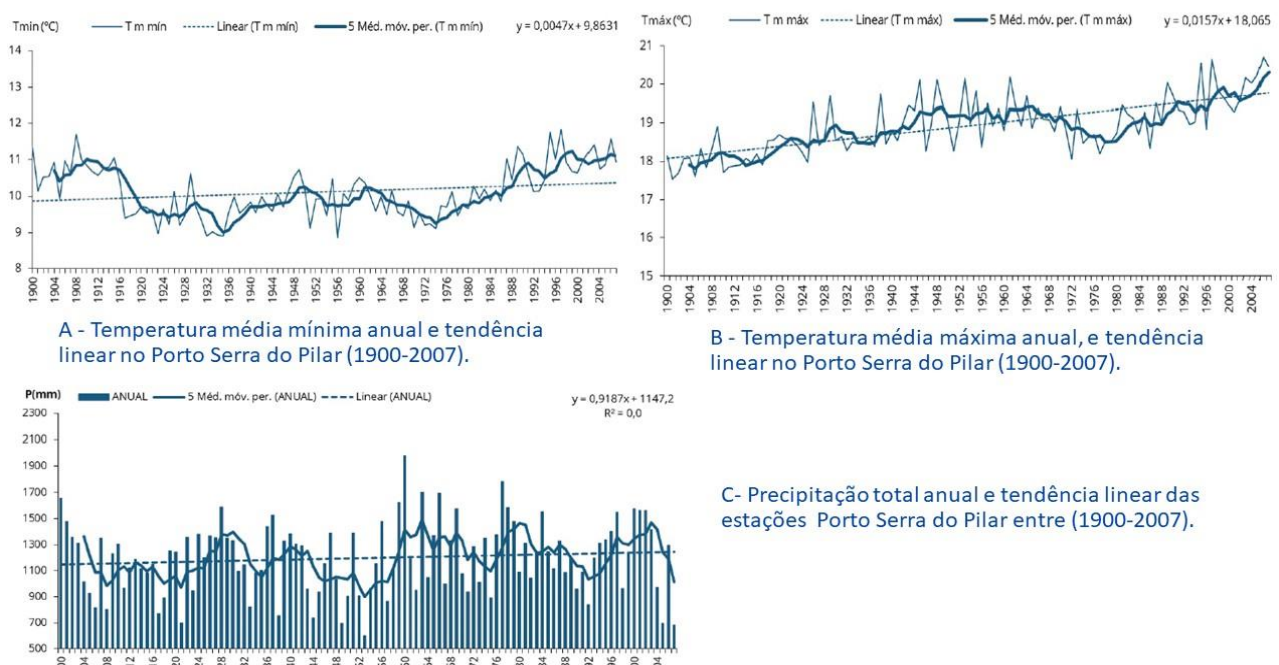


Figura 24 - Médias meteorológicas desde 1900 a 2007.

Fonte: Monteiro, 2012

Encontra-se previsto para Portugal um aumento da temperatura média, que poderá levar condições mais propícias ao aumento de vetores ixodídeos, assim como um aumento da sua fase ativa ao longo do ano. Chuvas mais intensas e dispersas, podem não só criar uma humidade mais favorável para o mesmo, assim como maior tempo de procura por hospedeiros (uma vez que não estarão limitados pelas chuvas dispersas). De realçar que a inexistência de outras estações climatológicas com séries de registos suficientemente consistentes numa área com mais de 2000km², bastante diversificada geograficamente (desde o litoral a zona montanhosa), não permite avaliar de forma credível as necessidades de adaptação às alterações climáticas, visto que cada vez mais existem microclimas, sendo de difícil prognóstico o efeito que a temperatura global avaliada em toda a AMP para projetar o desenvolvimento e expansão dos ixodídeos.

Na Figura 25 encontra-se os dados recolhidos da estação climatológica de Pedras Rubras relativamente aos anos que se efetuaram capturas de ixodídeos (2011-2020) na área de estudo, calculando o percentil 90 de todos os meses, relativamente à temperatura e humidade, relativamente aos anos (2011-2020) de captura tendo como base os dados.

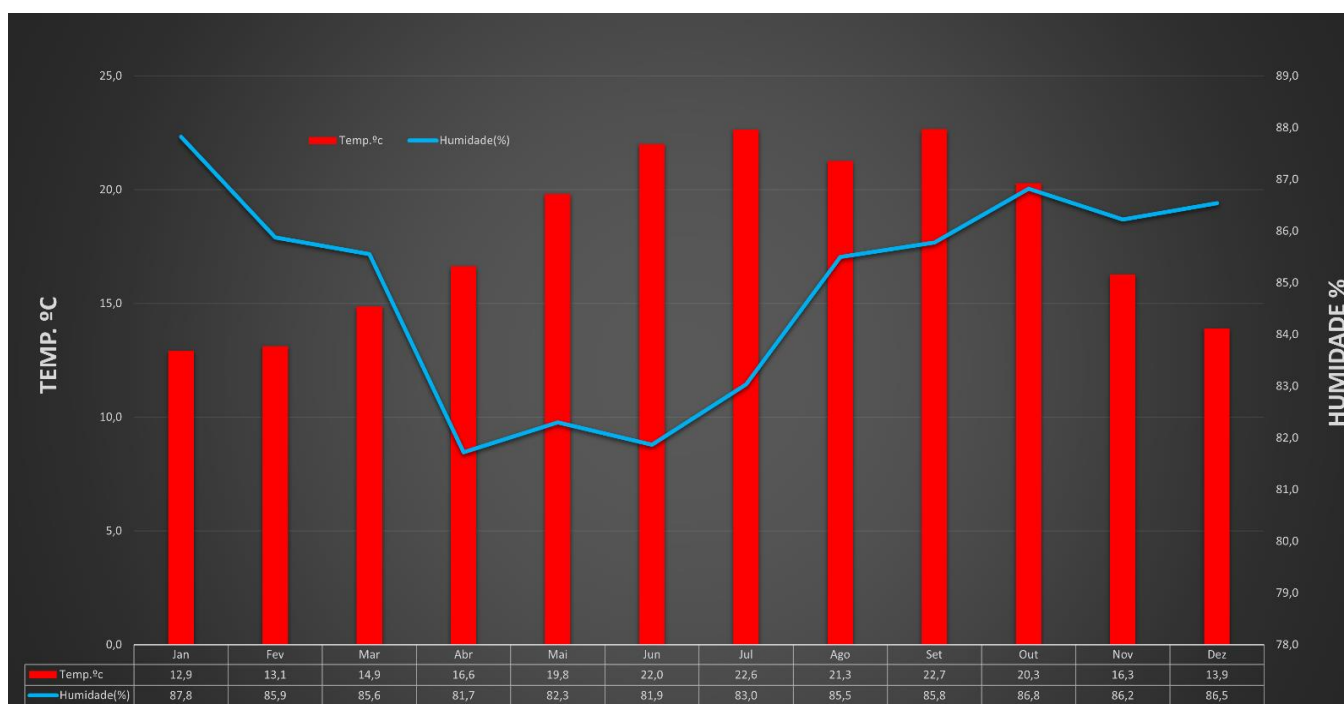


Figura 25 - Relação da temperatura e humidade dos locais de captura de carrapatos tendo como base a informação da estação climatológica de Pedras Rubras.

Os efeitos diretos da temperatura e humidade urbana podem influenciar diretamente na ocorrência e sobrevivência das populações ixodídeos, especialmente na fase de vida livre, uma vez não possuem um hospedeiro para se resguardar, deixando mais vulnerável ao ambiente envolvente. As variações da temperatura e humidade têm grande importância na distribuição espacial dos vetores assim como dos agentes patogénicos (Silveira, 2009). Estudos comprovam que a mortalidade dos carrapatos imaturos aumenta a baixas temperaturas ($<4^{\circ}\text{C}$) assim como nas elevadas temperaturas ($>30^{\circ}\text{C}$) (Caminade, McIntyre e Jones, 2019; Paul et al., 2016; Uspensky, 2014), estando evidenciado que não existe longas gamas de temperaturas capazes que erradicar o vetor (uma vez que a temperatura varia entre 12°C e 22°C) e uma vez que o ixodídeo apresenta a capacidade de diapausa, é necessário longos períodos de temperatura desfavorável para causar efeito. Em relação à humidade relativa é necessário cerca de 80%, sendo este valor caracterizado como condição favorável para sobrevivência, ocorrendo dissecação do ixodídeo caso fique exposto durante algum tempo a humidade inferior (Eisen et al., 2016; Süss et al., 2008). Os estratos herbáceos são fulcrais para manter a humidade relativa, sendo ainda mais propício esta condição em parques e jardins onde exista um sistema de rega constante (Paul et al., 2016). O impacto dos refúgios é de particular importância para a sobrevivência dos ixodídeos, ocorrendo neste abrigo a metamorfose ou resguardo quando as condições são desfavoráveis para a sua sobrevivência (Ogden e Lindsay, 2016). Uma vez que grande parte da sua fase livre se encontra abrigado no seu refúgio, a temperatura a curto prazo têm pouca influência sendo necessário médias semanais ou mensais das temperaturas ao longo de todo o ciclo de vida (Ogden et al., 2014). Em suma, as condições climáticas apresentadas mostram-se ideais ao desenvolvimento do carrapato, não apenas nas épocas mais quentes, mas sendo plausível manterem-se ativas durante todo o ano.

6.2. Caracterização demográfica dos municípios estudados

No mapa da **Figura 26**, encontra-se demonstrado a distribuição da densidade populacional da área de estudo por subsecção, observando uma concentração bastante superior no centro em relação às periferias.

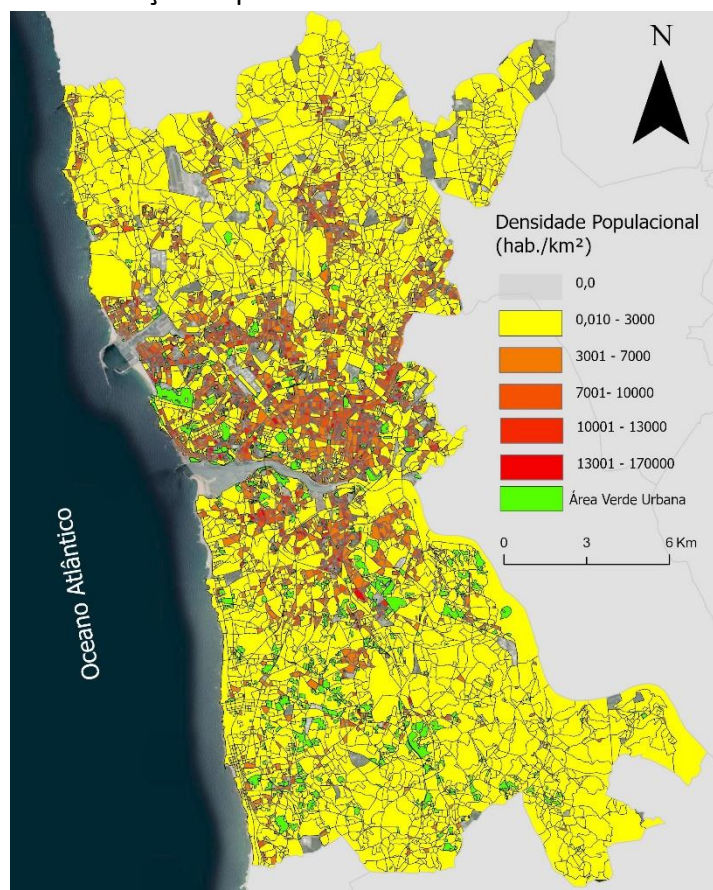


Figura 26 - Densidade Populacional dos municípios em estudo.

Existe uma enorme concentração urbana no município do Porto assim como nas fronteiras dos municípios vizinhos, existindo simultaneamente a maior concentração de áreas verdes urbanas nessas mesmas áreas. Aceitando o critério sugerido ao longo da dissertação, que existe um aumento de vulnerabilidade ao contacto entre o vetor e a população nestes mesmo locais, é sugerido especial atenção e intervenção nos parques e jardins de lazer desses locais. À medida que se afasta do centro para as periferias a densidade populacional reduz tornando-se os locais de habitação menos denso. Nestes locais outros critérios de alerta emergem, uma vez que existe um aumento de florestas

e zonas rurais que podem proporcionar inserção de vetores ixodídeos nos espaços verdes existentes através de animais migram para estes espaços.

6.3. Distribuição de vetores nos municípios estudados

Numa primeira análise dos dados obtidos através da execução do Programa REVIVE, são apresentados para o período de 2014-2020 os locais de captura, considerando 4 secções (**Tabela 1**), designadamente:

- Canil/clinicas veterinárias/exploração animal: Neste parâmetro encontra-se associado a todas as capturas em fase de vida parasitária;
- Parques urbanos /Jardins públicos /Lagos /Baldios /Pastagens /Via pública /Jardim zoológico: Neste parâmetro encontra-se associado todas as capturas associadas à fase de vida livre do carrapato, de realçar que as capturas no jardim zoológicos pode também pertencer à parte parasitária;
- Habitação/Território artificial/Centro de saúde: Neste parâmetro encontra-se associado todas as capturas associadas à fase parasitária, mais concretamente na população;
- Outros: Neste parâmetro encontra-se associado todas as capturas que não se encontra registado a sua captura ou não apresenta boletim de captura;

Tabela 1 - Resultados da captura de carrapatos no âmbito do Programa Revive de 2014-2020.

		Canil/clínicas/ exploração		Parques urbanos/jardins públicos/ largos/baldios/pastagens/via pública/jardim zoológico		Habitação/território artificial/centro de saúde		Outros		Total	
		Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados
2014	Maia	5	49	8	5	0	0	2	2	15	56
	Matosinhos	0	0	2	2	0	0	4	4	6	6
	Porto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Vila Nova de Gaia	3	9	10	4	0	0	56	190	69	203
	Total	8	58	20	11	0	0	62	196	90	265
2015	Maia	1	0	16	163	0	0	3	0	20	163
	Matosinhos	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	Porto	4	11	16	0	0	0	4	21	12	48
	Vila Nova de Gaia	10	13	20	36	0	0	29	49	59	98
	Total	15	24	40	215	0	0	37	70	92	309
2016	Maia	2	6	11	38	2	7	0	0	15	51
	Matosinhos	11	171	0	0	3	3	0	0	14	174
	Porto	0	0	2	0	0	0	2	4	4	4
	Vila Nova de Gaia	16	56	14	21	5	7	7	25	42	109
	Total	29	233	27	59	10	17	9	29	75	338
2017	Maia	3	7	23	53	4	5	0	0	30	65
	Matosinhos	10	30	1	1	1	1	1	30	13	62
	Porto	0	0	7	2	1	3	1	13	9	18
	Vila Nova de Gaia	9	12	8	0	6	6	0	0	23	18
	Total	22	49	39	56	12	15	0	43	73	163
2018	Maia	3	38	14	51	0	0	0	0	17	89
	Matosinhos	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
	Porto	0	0	4	0	1	1	2	13	7	14
	Vila Nova de Gaia	0	0	10	10	4	4	0	0	14	14
	Total	3	38	28	61	6	6	2	13	39	118
2019	Maia	0	0	0	0	19	0	0	0	19	0
	Matosinhos	10	49	0	0	1	1	1	18	12	68
	Porto	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	Vila Nova de Gaia	2	4	0	0	5	5	14	14	21	23
	Total	12	53	0	0	25	6	16	32	53	91
2020	Maia	1	0	0	0	10	0	0	0	11	0
	Matosinhos	1	1	0	0	2	3	7	35	10	39
	Porto	0	0	0	0	1	0	3	41	4	41
	Vila Nova de Gaia	4	4	0	0	5	3	2	0	11	7
	Total	6	5	0	0	18	6	12	76	36	87
2014-2020	Total	95	460	154	402	71	50	138	459	458	1371

A análise dos dados permite verificar um aumento do número de carrapatos capturados em fase de vida parasitária, nomeadamente em hospedeiros humanos associados ao campo habitação/território e artificial/centro de saúde, bem como um grande esforço de captura pelo programa, que vêm diminuindo ao longo dos anos como

também têm acontecido na região Norte, principalmente nos anos de pandemia (2019-2020). Também de destacar que grande parte das capturas ocorrem através de parcerias com clínicas veterinárias, não sendo claro a origem destes ixodídeos. Em relação ao teor principal desta dissertação, foram capturados cerca de **402** vetores ixodídeos em espaços verdes urbanos dando uma clara certeza sobre a inserção dos mesmos nos espaços públicos onde existe contacto com a população.

O **Figura 27**, expressa os vetores ixodídeos capturados expostos na **Tabela 1** por município da área de estudo, mostrando mais claramente o decréscimo mencionado. De realçar que Vila Nova de Gaia apenas começou o programa em 2012 e o Porto em 2015.

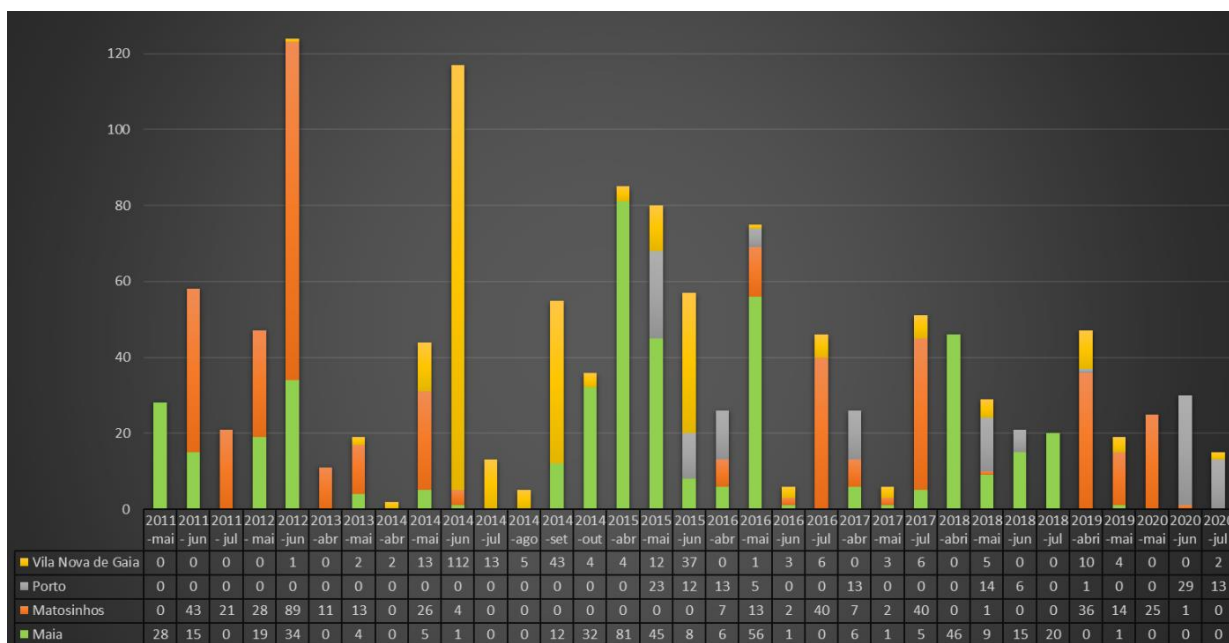


Figura 27 - Capturas mensais de carrapatos por município.

Como comprovado na **Figura 25**, as condições meteorológicas, encontram-se nos parâmetros favoráveis ao desenvolvimento dos Ixodídeos, não podendo, no entanto, estabelecer uma relação direta com o número de capturas, uma vez que pode haver a influência de outras variáveis (esforço de captura, local escolhido, hora de captura, entre outros). De acordo com o gráfico, a captura dos ixodídeos teve mais sucesso nos meses de maio e junho, apesar do surgimento de ixodídeos ser atribuído exclusivamente aos meses mais quentes, nos últimos anos tem sido detetados ixodídeos nos meses mais

frios. Em dias mais quentes os carrapatos procuram as manhãs e o fim do dia onde existe um clima mais ameno para procurar um hospedeiro, comprovando a inatividade do vetor na busca de refeição em temperaturas demasiado elevadas (Ogden e Lindsay, 2016). Logo o horário selecionado para da tentativa de captura dos Ixodídeos, pode ter bastante influência no seu sucesso.

Relativamente ao município da Maia, este representa o município da área de estudo com mais taxa de sucesso na captura da fase livre como podemos observar na **Figura 28**, com cerca de **73%**. De ressaltar também que o ACES associado é mais consistente no esforço de captura, tendo sido mais baixo a partir de 2019 devido à pandemia. Importa destacar o jardim zoológico da Maia onde ocorre grande parte das capturas nas duas fases de vida (**Tabela 2**). Realça-se a tentativa de captura em território artificial (jardins de rua e arborização urbana).

Tabela 2 - Dados do local de captura de ixodídeos no município da Maia.

Maia	Canil/clínicas/exploração		Parques urbanos/jardins públicos/largos/baldios/pastagens/via pública/jardim zoológico		Habitação/território artificial/centro de saúde		Outros		Total	
	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados
2014	5	49	8	5	0	0	2	2	15	56
2015	1	0	16	163	0	0	3	0	20	163
2016	2	6	11	38	2	7	0	0	15	51
2017	3	7	23	53	4	5	0	0	30	65
2018	3	38	14	51	0	0	0	0	17	89
2019	0	0	0	0	19	0	0	0	19	0
2020	1	0	0	0	10	0	0	0	11	0
Total	15	100	72	310	35	12	5	2	127	424

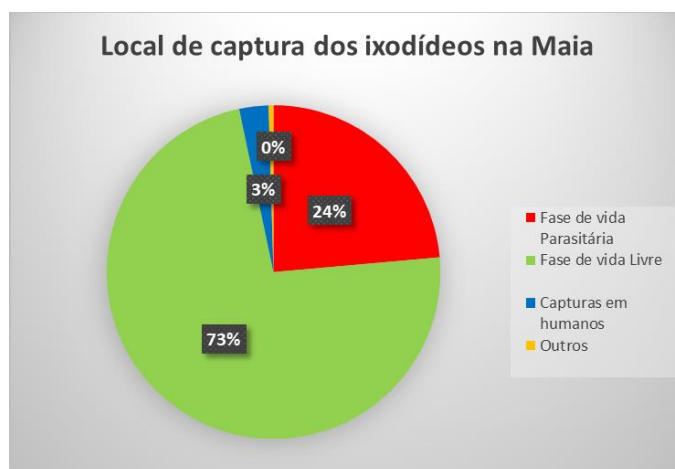


Figura 28 - Dados da captura de carrapatos no município da Maia.

Na **Tabela 3**, encontra-se pormenorizado as capturas executadas no município da Maia, onde se observa os jardins e os parques urbanos com a maior taxa de sucesso de captura. Importa referir que 3 dos jardins onde se realizou a captura possuem parques infantis. Os jardins de habitações, podem também representar um perigo para a saúde pública, visto que existe uma inserção de ixodídeos não só nos espaços verdes públicos, como também nos espaços verdes privados, locais que atualmente não são alvo controlo e monitorização.

Tabela 3 - Capturas executadas no município da Maia.

Fase Livre		Fase Parasitária	
Local de captura	Nº de amostras	Local de captura	Nº de amostras
Baldio	4	Cães vadios em ruas/baldios/parques	11
Jardins	11	Canil municipal	10
Corredores verdes e jardins de habitações	4	Habitação/quintal	4
Ginásios ao ar livre/parques infantis	3	Pastagem	6
Parque Urbano	24	Zoológico	1

Na fase parasitária, o facto de existir grande parte de capturas em cães vadios, representa a capacidade de migração dos ixodídeos para novos locais, visto que basta a libertação de uma fêmea ingurgitada num novo espaço com as condições ideais de sobrevivência, para tornar de habitar para os seus progenitores. Na **Figura 29** encontram-se georreferenciados os locais de captura no município da Maia. De salientar que o ACES se encontra localizado junto à cidade desportiva da Maia (6), permitindo observar que grande parte das capturas realizadas se encontram centrada nas imediações, podendo ser justificado com a falta de meios de mobilização para os profissionais, centrando as suas capturas nesses locais.

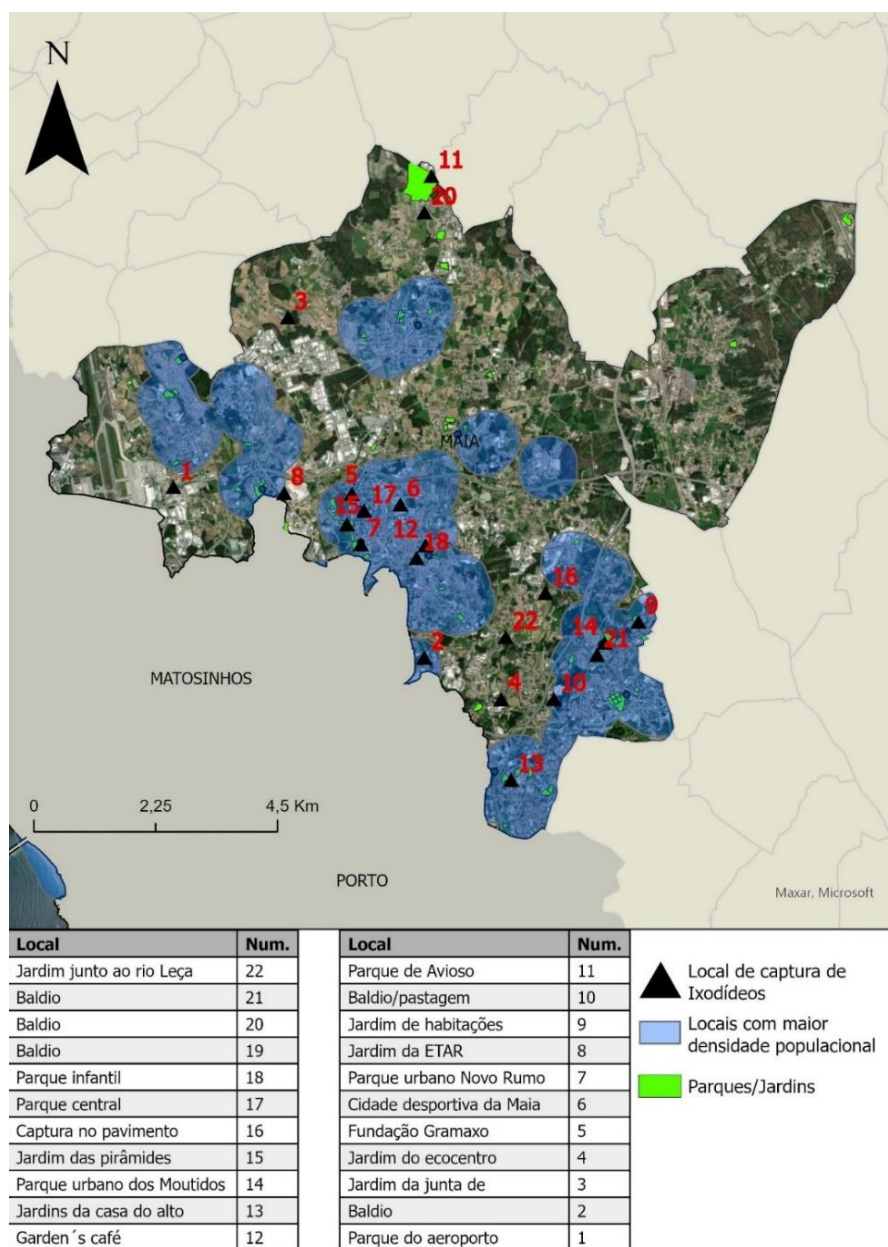


Figura 29 - Capturas de ixodídeos na fase livre realizadas pelo ACES da Maia.

Na **Tabela 4** e na **Figura 30** estão apresentadas as capturas referentes ao município de Matosinhos, onde cerca de dois terços se encontra na fase parasitária, mostrando que este município optou por criar várias parcerias com centros veterinários e canis existentes apresentando uma percentagem bastante reduzida de capturas na fase livre. Existe uma enorme percentagem de boletins caracterizados como “outros” que seria relevante conhecer a sua origem. Neste município foram detetados ambos os agentes etiológicos de doença de Lyme e FEN, podendo representar uma ameaça para a saúde dos habitantes do município assim como os turistas que procuram usufruir dos espaços verdes do município.

Tabela 4 - Dados do local de captura de ixodídeos no município de Matosinhos.

Matosinhos	Canil/clínicas/exploração		Parques urbanos/jardins públicos/largos/baldios/pastagens/via pública/jardim zoológico		Habitação/território artificial/centro de saúde		Outros		Total	
	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados
2014	0	0	2	2	0	0	4	4	6	6
2015	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2016	11	171	0	0	3	3	0	0	14	174
2017	10	30	1	1	1	1	1	30	13	62
2018	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
2019	10	49	0	0	1	1	1	18	12	68
2020	1	1	0	0	2	3	7	35	10	39
Total	32	251	3	3	8	9	14	87	57	350

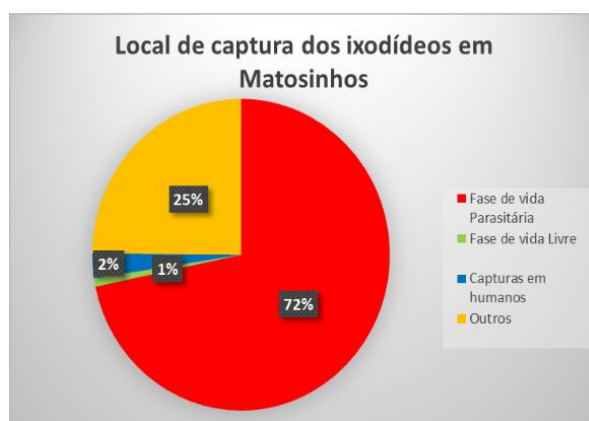


Figura 30 - Dados da captura de carrapatos no município de Matosinhos.

Na **Figura 31**, assim como a **Tabela 5** é estão apresentadas as capturas referentes ao município de Porto, onde se destaca uma enorme percentagem de capturas designadas “outros” ao longo dos vários anos, sendo necessário uma clarificação do local de captura destes vetores. De acautelar o baixo esforço de captura neste município que apresenta maiores áreas verdes de acesso público, assim como município mais urbanizado e populoso, e que apesar de poucas capturas no Porto, 11% dessas capturas testaram positivo ao agente causador da doença FEN (**Tabela 2**). O Município do Porto foi o último município da área de estudo a participar no REVIVE, sendo claro que ainda necessita de uma coordenação mais afincada no seu esforço de captura, tendo atingido o seu pico no ano 2015 como podemos observar na **Tabela 5**, mas vindo a baixar o seu esforço de captura.

Tabela 5 - Dados do local de captura de ixodídeos no município do Porto

Porto	Canil/clínicas/exploração		Parques urbanos/jardins públicos/largos/baldios/pastagens/via pública/jardim zoológico		Habitação/território artificial/centro de saúde		Outros		Total	
	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	4	11	4	16	0	0	4	21	12	48
2016	0	0	2	0	0	0	2	4	4	4
2017	0	0	7	2	1	3	1	13	9	18
2018	0	0	4	0	1	1	2	13	7	14
2019	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
2020	0	0	0	0	1	0	3	41	4	41
Total	4	11	17	18	3	4	13	92	37	125

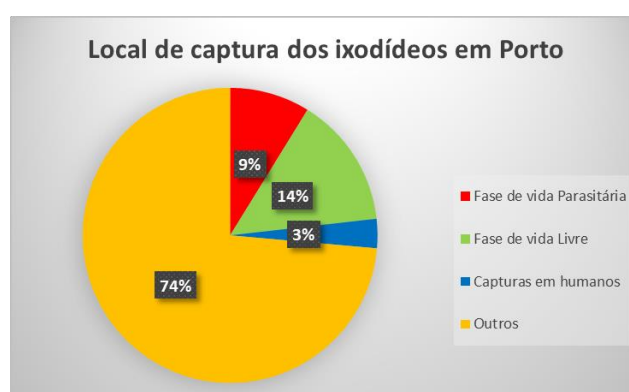


Figura 31 - Dados da captura de carrapatos no município do Porto.

Observando a **Figura 32**, assim como a **Tabela 6** estão apresentadas as capturas referentes ao município de Vila Nova de Gaia, onde também se destaca uma enorme percentagem de capturas designadas “outros”. O maior número dessas capturas encontra-se nos primeiros anos de implementação do programa neste município, notando-se uma clara evolução nos anos seguintes, tanto na captura livre como na fase parasitária, em especial nos anos **2015 e 2016**. Por último, de salguardar que Vila Nova de Gaia, é o município da área de estudo com mais capturas no ser humano.

Tabela 6 - Dados do local de captura de ixodídeos no município de Vila Nova de Gaia

Vila Nova de Gaia	Canil/clínicas/exploração		Parques urbanos/jardins públicos/largos/baldios/pastagens/via pública/jardim zoológico		Habitação/território artificial/centro de saúde		Outros		Total	
	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados	Boletins	Capturados
2014	3	9	10	4	0	0	56	190	69	69
2015	10	13	20	36	0	0	29	49	59	98
2016	16	56	14	21	5	7	7	25	42	109
2017	9	12	8	0	6	6	0	0	23	18
2018	0	0	10	10	4	4	0	0	14	14
2019	2	4	0	0	5	5	14	14	21	23
2020	4	4	0	0	5	3	2	0	11	7
Total	44	98	62	71	25	25	108	278	239	472

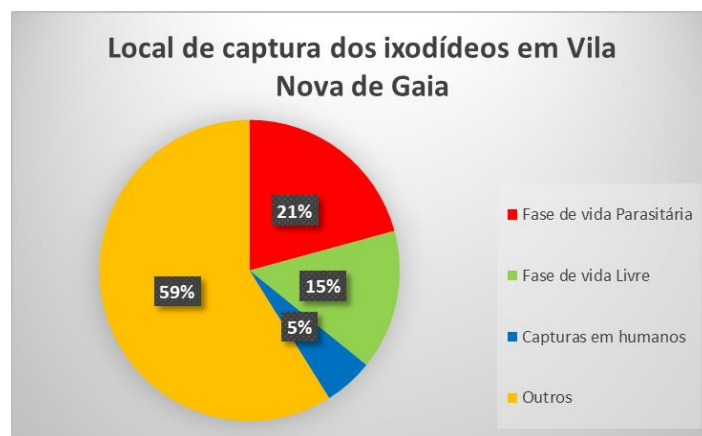


Figura 32 - Dados da captura de carrapatos no município de Vila Nova de Gaia.

Na **Figura 33** encontra-se apresentado o total de espécies capturadas na área de estudo, sendo notório que a espécie de carrapato mais capturada foi *Rhipicephalus*

sanguineus, sendo este o carrapato mais comum em áreas urbanas, pelo facto de o principal hospedeiro ser o cão. Importa destacar que grande parte das capturas deste programa ocorre na fase parasitária (capturadas essencialmente no cão) resultantes da colaboração com clínicas veterinárias. A transmissão da FEN está fortemente ligada a esta espécie (INSA, 2019).

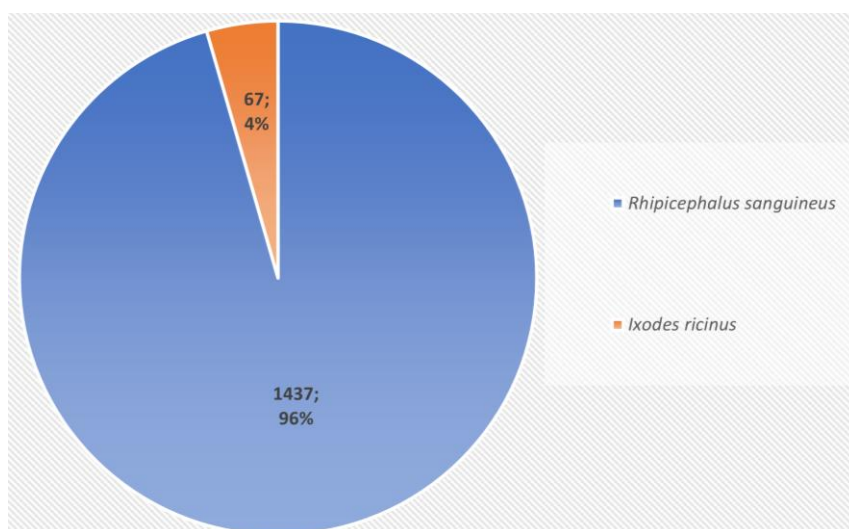


Figura 33 - Espécies de ixodídeos capturadas

O vetor ixodídeo da espécie “*Ixodes ricinus*” é maioritariamente encontrado em áreas rurais e o estágio adulto deste vetor raramente parasita o cão ou o humano, uma vez que este apenas representa um hospedeiro acidental para esta espécie. Para este vetor, os principais hospedeiros são outros animais, como ouriços, veados, entre outros, sendo excecionalmente encontrados exemplares adultos. No entanto, a maior preocupação reside nas fases primárias que se encontram mais presentes tanto nos cães como nos humanos, tornando o parasitismo mais perigoso uma vez que as ninfas e larvas são mais difíceis de detetar.

Na **Tabela 7**, encontram-se destacados todos os agentes infecciosos identificados nos carrapatos colhidos e analisados relativamente à presença de patogénicos, rondando os 10% nesta área de estudo. Num artigo mencionado anteriormente, no Sul de Inglaterra a testagem a 349 ninfas capturadas em parques urbanos, cerca de 18% continham *Borrelia* (Hansford et al., 2017). Todos os agentes identificados no vetor são considerados patogénicos para o ser humano. O município da Maia contém a

percentagem mais elevada, podendo estar associada às capturas, visto que cerca de 73% são efetuadas na fase livre (áreas verdes urbanas), mostrando que existe reservatórios desconhecidos nestes locais. Nos outros municípios, também existe esta problemática, mas grande parte dos ixodídeos capturados foram em fase parasitária, dificultando a investigação epidemiológica para encontrar a fonte das doenças.

Tabela 7 - Agentes identificados dos carrapatos capturados

2011-2021			
	Testados	Positivos <i>Rickettsia</i>	Positivos <i>Borrelia</i>
Maia	51	7 (14%)	0
Matosinhos	57	5 (9%)	2 (1%)
Porto	27	3 (11%)	0
Vila Nova de Gaia	139	12 (9%)	2 (1%)
Total	275	27 (10%)	3 (1%)
<i>Rickettsias</i>		<i>R. massiliae/conorii</i>	
<i>Babesiose</i>			<i>B. lusitaniae</i>

6.4. Caracterização das áreas verdes e identificação das áreas de vulnerabilidades associadas à expansão de vetores ixodídeos

Conforme exposto na **Figura 26**, foram assinaladas as áreas de maior concentração populacional. Assumindo que nas áreas verdes das imediações dessas áreas irá ocorrer grande afluência da população residente, seja por lazer, desporto ou simplesmente o passeio dos seus animais domésticos, levando a uma maior exposição do humano e seus animais ao parasita.

Em relação ao **município da Maia**, esta representa a área de estudo com menores picos de densidade como podemos observar no mapa da **Figura 26**. O município da Maia conta com um PDM bastante recente e inovador, onde propõe o alargamento das áreas verdes urbanas, apesar de ser um ponto bastante positivo no que toca ao desenvolvimento sustentável e promoção do bem-estar da população, é

importante lembrar a temática desta dissertação na implementação das mesmas. De forma a acrescentar valor à estratégia de monitorização dos vetores ixodídeos considerando a análise dos dados demográficos e geográficos do município, encontra-se assinalado no mapa da **Figura 34** a proposta de locais de monitorização.

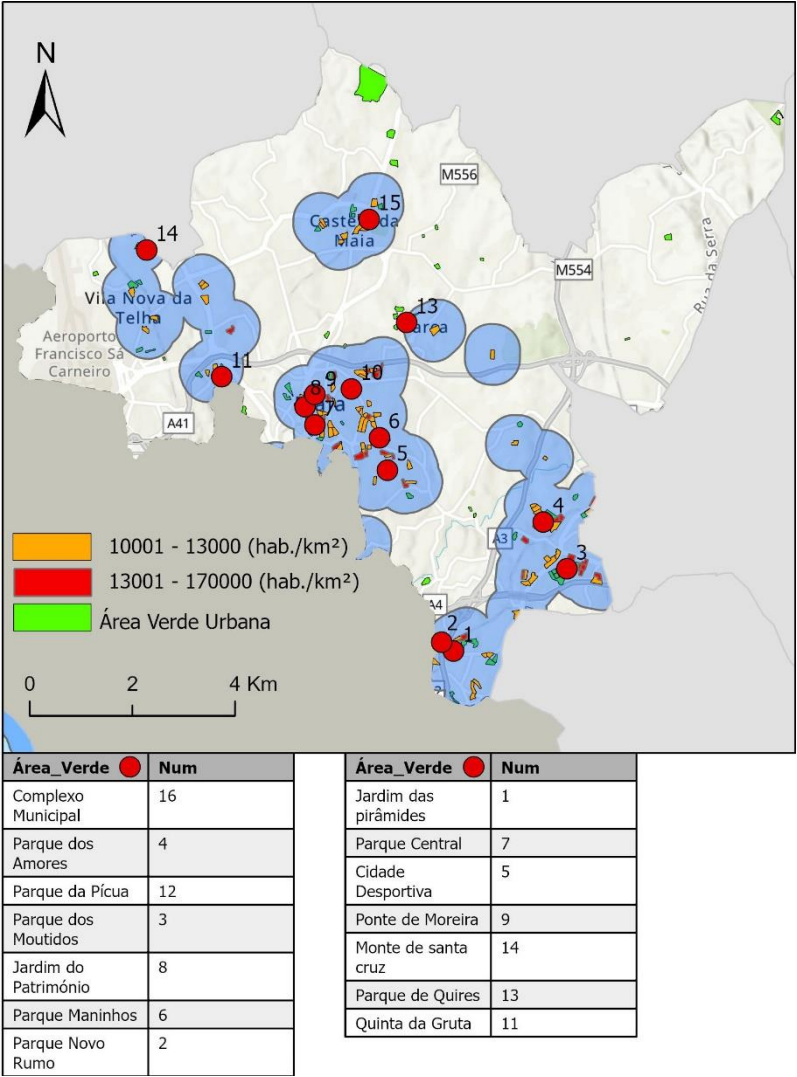


Figura 34 - Parques e jardins no município da Maia que poderiam ser pontos de monitorização de vetores ixodídeos.

Analisando o mapa anterior, e cruzando com as capturas executadas na maia, certos locais sugeridos nesta dissertação, encontram-se com capturas já executadas.

No município de Matosinhos, a área com maior concentração de população encontra-se na fronteira com o município do Porto, existindo vários espaços frequentados por ambos os municípios verificados no mapa da **Figura 35**. É de realçar a

grande afluência existente em Matosinhos na época balnear, onde grande parte dos turistas procura espaços verdes para se instalar, sendo natural apresentar partes do corpo mais expostas.

De modo a salvaguardar a segurança dos matosinhenses assim como os seus turistas em relação a esta temática, é necessário aumentar o controlo e conhecimento da distribuição dos vetores existentes nos seus espaços verdes, uma vez que os seus esforços de captura têm sido bastante baixos, apostando apenas nas parcerias com as clínicas veterinárias. Para tal é sugerido no mapa da **Figura 35** as áreas propostas para controlo deste vetor.

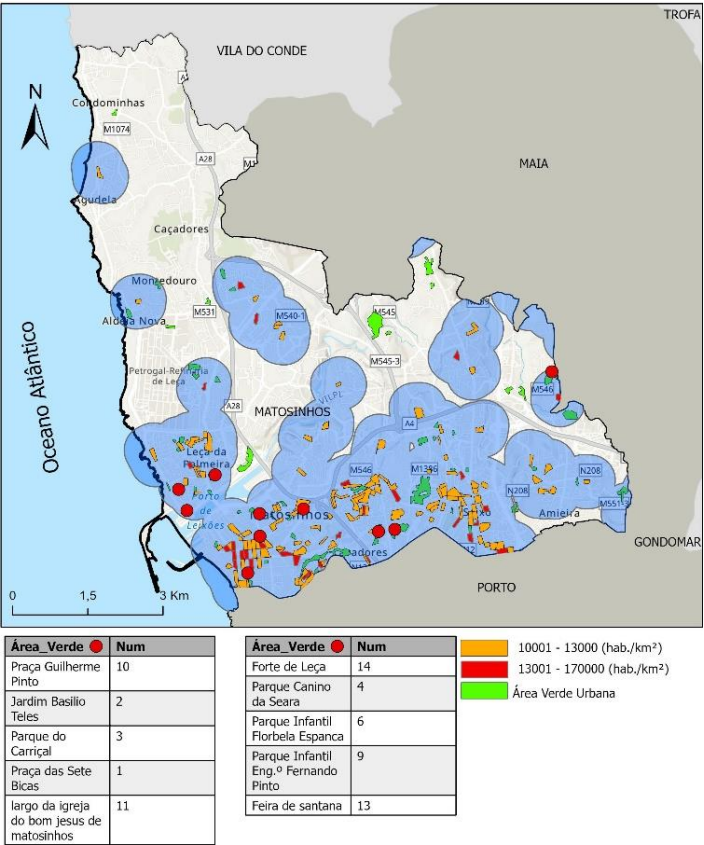


Figura 35 - Parques e jardins no município de Matosinhos que poderiam ser pontos de monitorização de vetores ixodídeos.

Pela análise dos mapas anteriores, pode-se constatar que o município do Porto contém uma enorme área de áreas verdes urbanas, assim como contém uma percentagem elevada de ixodídeos detentores dos agentes etiológicos da doença de

Lyme e FEN. Não obstante, nas periferias dos outros municípios existem bastantes áreas rurais e agrícolas que são bastante propícias à criação de carrapato. De acordo com as **Figuras 22 e 36**, o município do Porto é retratado como a área de estudo com maior densidade populacional, criando vários focos de atenção para esta temática. Na elaboração destes mapas de vulnerabilidade, apenas se teve em consideração a variável da densidade populacional, sendo necessário realizar outras condicionantes de forma a complementar com valores mais absolutos para o cálculo. Analisando as variáveis densidade populacional e localização dos parques e jardins urbanos sugere-se, na **Figura 36**, os locais que devem ser alvo de uma monitorização mais rotineira no município do Porto. Desta forma seria possível ter uma visão mais clara da problemática presente no seu município.

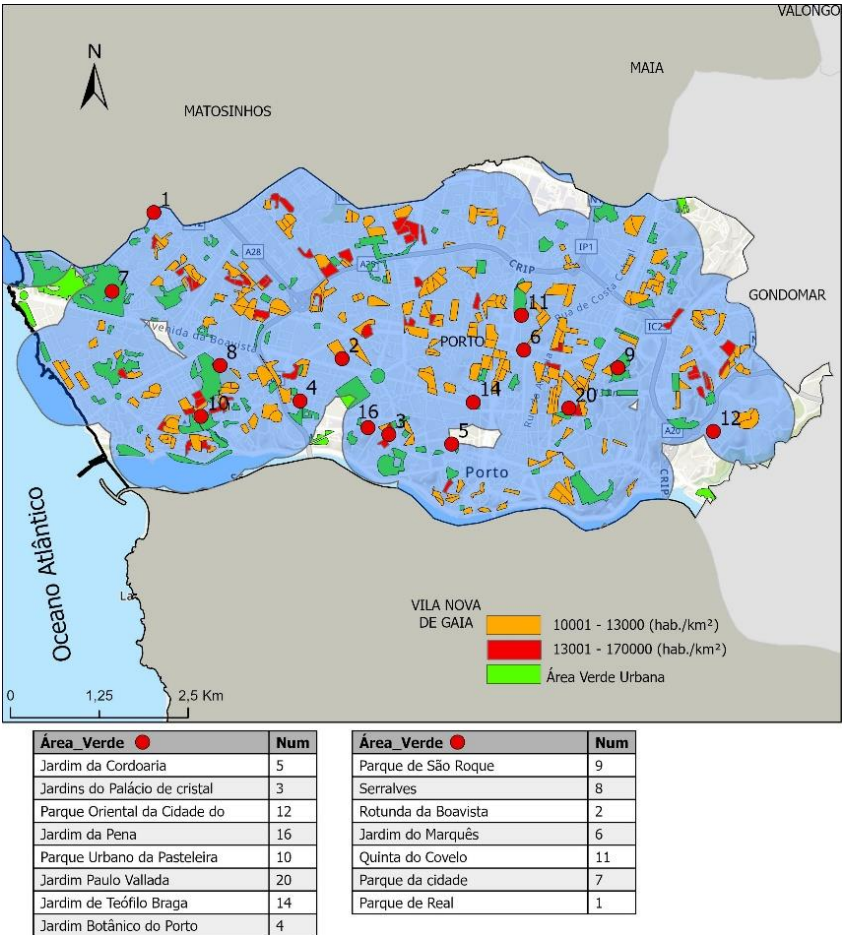
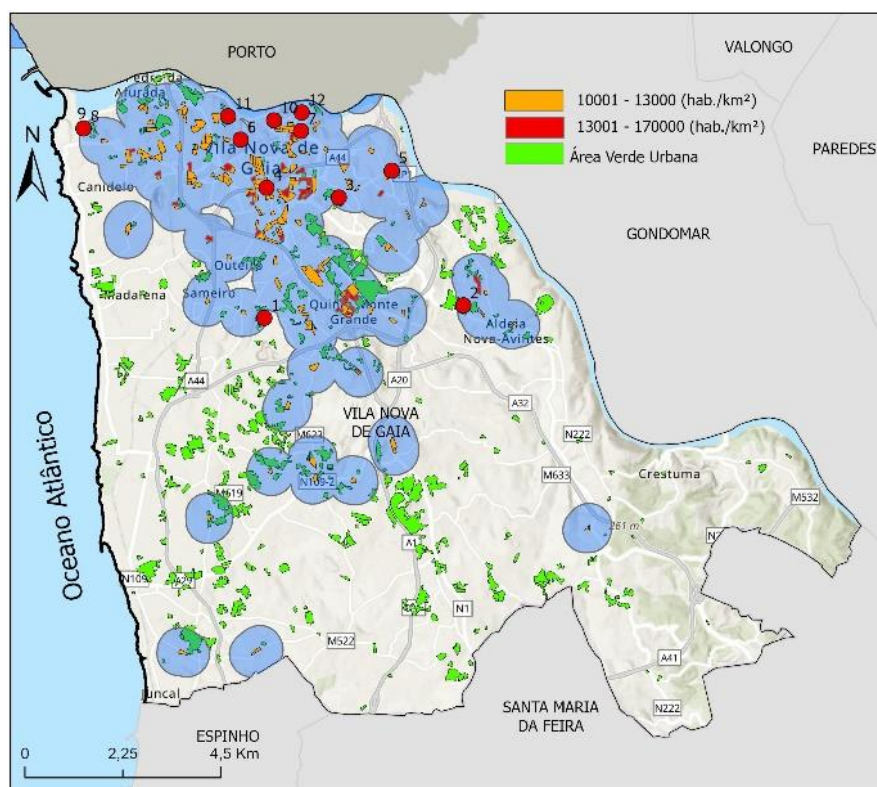


Figura 36 - Parques e jardins no município da Maia que poderiam ser pontos de monitorização de vetores ixodídeos

Em Vila Nova de Gaia existe uma área bastante densa na área Norte, na fronteira com o Município do Porto como podemos observar no mapa da **Figura 23**. Além da população residente, existe uma elevada taxa de turismo nessa área, destacando a área mais concentrada de população que se encontra na fronteira com o município do Porto. Importa destacar a grande afluência existente no jardim do Morro assim como no parque biológico, áreas bastante propícias ao desenvolvimento de vetores ixodídeos, que por consequência aumenta a probabilidade de contacto com o ser humano, ou outros hospedeiros animais, especialmente no parque biológico onde existe uma elevada diversidade de animais. Após o levantamento da maior densidade populacional, destacou-se no mapa da **Figura 37** as áreas de maior relevo para monitorização do vetor, não podendo descartar a importância de existir também um controlo da população mais rural a sul de Vila Nova de Gaia.



Área Verde ●	Num
Parque de São Caetano	2
Parque da Ponte Maria Pia	3
Paço do Campo Belo	4
Miradouro do Infante	5
Parque Quinta das Devesas	6
Parque Biológico de Gaia	7

Área Verde ●	Num
Cemitério do Oliveira do Douro	8
Jardim do Morro	15
Jardim de Soares dos Reis	16
Parque Municipal da Lavandeira	17
Parque de Lavadores	18
Parque de S. Paio	19

Figura 37 - Parques e jardins no município de Vila Nova de Gaia para controlo de vetores

7. Considerações Finais

As *Nature Base Solutions* onde se inserem os espaços verdes representam uma implementação indispensável na expansão urbana, contribuindo para o bem-estar da população assim como um instrumento imprescindível na ação climática. Não obstante, todas as soluções implementadas especialmente no tecido urbano devem ser alvo de estudos rigorosos, de forma a potenciar todos os seus ganhos mitigando possíveis riscos na implementação dos mesmos. Analisando os desafios levantados nesta dissertação, sugere-se que existe risco da migração de ixodídeos das áreas rurais para as áreas urbanas, com um sinal evidente de que nos espaços verdes, a presença de hospedeiros suscetíveis, e as projeções climáticas da área de estudo, poderá potenciar a expansão destes vetores, assim como focos de doenças transmitidas pelos mesmos nomeadamente Doença de Lyme e FEN.

Existem diversos estudos em toda a Europa sobre a potenciação das mudanças climáticas na expansão dos vetores ixodídeos, como também a sua migração para o meio urbano, salientando os corredores verdes urbanos na penetração de vertebrados de pequeno porte e aves portadoras de ixodídeos, podendo os mesmos serem reservatórios de agentes patogénicos. Em Portugal, a criação do programa REVIVE foi pioneira na vigilância destes vetores, podendo com a utilização de dados demográficos e geográficos ser promovidas melhorias relativamente estratégia de seleção dos locais de captura em fase de vida livre, potenciando as capturas e uma vigilância mais realista dos espaços verdes em meio urbano relativamente à transmissão de doenças zoonóticas. A criação de uma equipa multidisciplinar seria bastante pertinente para abranger especialistas de diferentes áreas, podendo obter resultados mais promissores e diferentes conclusões. A inclusão de geógrafos nesta temática pode resultar em leituras e visões mais conscientes em relação ao território, uma vez que estes apresentam uma maior sensibilidade em relação ao impacto/es, usos e ao ordenamento do mesmo. Assim como, demonstrado nesta dissertação, o contributo do uso de ferramentas de Sistema de Informação Geográfica, capazes de cruzar e dar espacialidade aos dados já existentes, obtendo conclusões e metodologias mais focadas na problemática, assim como a inserção. É importante realçar que tanto os dados

meteorológicos como o esforço de capturas coerentes e focadas são necessárias para obter conclusões mais exatas para uma projeção real e direta da problemática, propondo assim de forma a dar continuidade a esta temática, realizar de forma coerente as capturas, reduzindo fatores que possam comprometer o número de capturas. Como aferido existe um binómio entre a expansão de áreas verdes e manifestações de mudança climática no desenvolvimento e expansão de vetores ixodídeos em Portugal, bem como nas doenças transmitidas pelos mesmos.

Nos municípios onde existe capturas na fase livre têm existido bastante êxito nas mesmas, sendo necessário um investimento por toda a área de estudos, especialmente no município do Porto, onde existe uma enorme percentagem de áreas verdes, aliada a uma densidade populacional frequentadora dos mesmos. Como observado, cerca de 10% dos vetores capturados, apresentaram agentes patogénicos para o ser humano, o que leva uma preocupação ao nível da saúde pública, indicando que não existe apenas vetores ixodídeos capazes de parasitar, mas também capazes de transmitir doenças à população que frequentem os espaços verdes, elevando também os reservatórios nesses mesmos locais, que irão aumentar a percentagem de vetores infetados. Encontra-se ciente que a expansão urbana está a causar desequilíbrio no sistema natural, levando a que vários animais de pequeno porte como ouriços e aves migrem para as cidades e se instalem nas áreas verdes urbanas, estes animais são portadores de grandes quantidades de ixodídeos, representando reservatórios de agentes patogénicos, hospedeiros de vetores e causa de migração dos mesmos, sendo necessário existir um controlo destes animais especialmente em áreas verdes próximas de florestas.

Como realçado ao longo desta dissertação, atualmente, as doenças transmitidas por vetores mais representativas em Portugal são a FEN e a doença de Lyme, sendo crucial uma aposta na monitorização e controlo dos ixodídeos, uma vez que não existe vacinação preventiva das mesmas. Como tal, torna-se fundamental o conhecimento prévio dos espaços que apresentam um maior risco para a saúde pública. Importa também acentuar a relevância das decisões a nível local, como a inserção de predadores naturais dos carrapatos, corredores cinzentos nas áreas verdes para a população e em

último caso desparasitação dos espaços verdes. Todas as medidas a implementar necessitam de estudos cuidados, de forma a serem eficazes e sem acusar danos para outros ecossistemas. Sublinha-se que nesta dissertação estava previsto incluir os casos notificados de ambas as doenças, com o objetivo de cruzar o número de capturas e carrapatos testados positivos, com o local onde foi diagnosticada a doença. Contudo, não foi possível realizar este passo devido ao não envio dos dados referentes aos casos notificados por parte da DGS. Na seleção das áreas vulneráveis apenas se teve em consideração a densidade populacional e a aproximação dos parques e jardins urbanos, sendo essencial a avaliação de outras condicionantes que possam potenciar esta vulnerabilidade, de forma a conseguir realizar cartografia de risco mais focado. De forma a complementar esta dissertação, seria pertinente analisar a influência de diferentes tipos de vegetação urbana e arborização na propagação dos vetores ixodídeos, uma vez que os ixodídeos preferem vegetação mais rasteira. O impacto das medidas impostas na nova legislação de limpeza de terrenos (Decreto-Lei nº 82/2021), onde é requerido que exista uma limpeza constante das áreas florestais e zonas verdes urbanas, assim como a criação de faixas de segurança das estradas e habitações, criando zonas de vegetação densa, em vegetação rasteira, tornando estas zonas acessíveis à população. Como última sugestão, sugere-se englobar no programa REVIVE áreas rurais analisando os espaços de exploração animal, bem como as florestas nas imediações, uma vez que vários carrapatos inerentes das áreas urbanas têm origem nestas áreas.

Bibliografia

AGÊNCIA EUROPEIA DO AMBIENTE - **Agência Europeia do Ambiente** , atual. 2017. [Consult. 2 jan. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.eea.europa.eu/pt/highlights/as-alteracoes-climaticas-representam-riscos>>.

AMÉ, Mariá Valeria; PILAR DÍAZ, María DEL; WUNDERLIN, Daniel Alberto - Occurrence of toxic cyanobacterial blooms in San Roque Reservoir (Córdoba, Argentina): A field and chemometric study. **Environmental Toxicology**. . ISSN 15204081. 18:3 (2003) 192–201. doi: 10.1002/tox.10114.

AMPorto - [Consult. 19 ago. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<http://portal.amp.pt/pt/4/municipios/maia/stats/>>.

ANDERSON, Pippin M. L. *et al.* - **Regional assessment of Africa**. ISBN 9789400770881.

ANEPC - Avaliação nacional de risco. **Anepc**. 1ª Atualiz:2019).

BASSETT, Ellen; SHANDAS, Vivek - Innovation and Climate Action Planning. **Journal of the American Planning Association**. . ISSN 0194-4363. 76:4 (2010) 435–450. doi: 10.1080/01944363.2010.509703.

Berkeley Earth - [Consult. 26 set. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<http://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2020/>>.

BERKELY EARTH - **Global Temperature Report for 2020 – Berkeley Earth** , atual. 2020. [Consult. 13 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<http://berkeleyearth.org/global-temperature-report-for-2020/>>.

BIESBROEK, G. Robbert; SWART, Rob J.; KNAAP, Wim G. M. VAN DER - The mitigation–adaptation dichotomy and the role of spatial planning. **Habitat International**. . ISSN 01973975. 33:3 (2009) 230–237. doi: 10.1016/j.habitatint.2008.10.001.

BOGITSH, Burton J.; CARTER, Clint E.; OELTMANN, Thomas N. - Arthropods as Vectors. Em **Human Parasitology** . [S.l.] : Elsevier, 2019 [Consult. 28 jun. 2022]. Disponível em

BOWEN, J. S. - Management of Dairy Animals: Goat: Health Management. **Encyclopedia**

of **Dairy Sciences**. 2016) 670–676. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21233-X.

BOWLER, Diana E. *et al.* - Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. **Landscape and Urban Planning**. . ISSN 01692046. 97:3 (2010) 147–155. doi: 10.1016/j.landurbplan.2010.05.006.

CAMINADE, Cyril; MCINTYRE, K. Marie; JONES, Anne E. - Impact of recent and future climate change on vector-borne diseases. **Annals of the New York Academy of Sciences**. . ISSN 17496632. 1436:1 (2019) 157–173. doi: 10.1111/nyas.13950.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION - VECTOR-BORNE-DISEASE-Final_508. 2019).

CEVDI - **Culicídeos e Ixodídeos** Disponível em WWW:<URL:file:///C:/Users/asus/Downloads/Relatorio-REVIVE_2017.pdf>. ISBN 9789898794482.

CEVDI - **INSA-Relatorio-REVIVE_2020_Culicideos e Ixodideos**. ISBN 9789898794789.

CHAKRAVARTY, Poulomi; KUMAR, Manoj - Floral Species in Pollution Remediation and Augmentation of Micrometeorological Conditions and Microclimate: An Integrated Approach. **Phytomanagement of Polluted Sites: Market Opportunities in Sustainable Phytoremediation**. 2018) 203–219. doi: 10.1016/B978-0-12-813912-7.00006-5.

COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS - Para uma Estratégia Temática sobre Ambiente Urbano. Comunicação da comissão ao Conselho, ao Parlamento Europeu, ao Comité económico e social europeu e ao Comité das regiões. 2004).

Constitution of the World Health Organization - [Consult. 28 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.who.int/about/governance/constitution>.

DANTAS-TORRES, Filipe - The brown dog tick, *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae): From taxonomy to control. **Veterinary Parasitology**. . ISSN 03044017. 152:3–4 (2008) 173–185. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.12.030.

DIREÇÃO-GERAL DA SAÚDE - Estratégia - Plano Nacional de Prevenção e Controlo de Doenças Transmitidas por Vetores. **República Portuguesa**. 2016) 1–16.

DIREÇÃO GERAL DA SAÚDE - Doenças de Declaração Obrigatória 2013-2016, Volume I - Portugal. **Direção-Geral da Saúde**. 1:2017) 1–81.

EISEN, Rebecca J. *et al.* - Linkages of weather and climate with *Ixodes scapularis* and *Ixodes pacificus* (Acari: Ixodidae), enzootic transmission of *Borrelia burgdorferi*, and Lyme disease in North America. **Journal of Medical Entomology**. . ISSN 19382928. 53:2 (2016) 250–261. doi: 10.1093/jme/tjv199.

FÖLDVÁRI, Gábor - Ecology and prevention of Lyme borreliosis - Google Boeken. 4:2016) 187–203. doi: 10.3920/978-90-8686-838-4.

FONTE, Maria; QUIETI, Maria Grazia - Food production and consumption practices toward sustainability: The role and vision of civic food networks. **Encyclopedia of Food Security and Sustainability**. 2018) 17–25. doi: 10.1016/B978-0-08-100596-5.22362-7.

FÜSSEL, H. M. - Adaptation planning for climate change: Concepts, assessment approaches, and key lessons. **Sustainability Science**. . ISSN 18624065. 2:2 (2007) 265–275. doi: 10.1007/s11625-007-0032-y.

GARCIA, Marcos Valério *et al.* - Biologia e importância do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. **Carrapatos na cadeia produtiva de bovinos**. 2019) 242.

GOMES, Susana - O papel do planeamento urbano na mitigação das alterações climáticas. Programa Doutoral em Planeamento do Território. 2017) 252.

GRAÇA, Marisa *et al.* - Designing urban green spaces for climate adaptation: A critical review of research outputs. **Urban Climate**. . ISSN 22120955. 42:October 2021 (2022) 101126. doi: 10.1016/j.uclim.2022.101126.

GRAUMAN, J. V. - Orders of magnitude of the world's urban population in history. **Population bulletin of the United Nations**. . ISSN 0251-7604. 8 (1976) 16–33.

GRAY, J. S. *et al.* - Effects of Climate Change on Ticks and Tick-Borne Diseases in Europe. **Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases**. . ISSN 1687-708X. 2009:2009) 1–12. doi: 10.1155/2009/593232.

GREENE, D. L. - Sustainable Transportation. **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**. 2001) 15335–15339. doi: 10.1016/B0-08-043076-7/02564-X.

GUBLER, Duane J. *et al.* - Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and Rodent-Borne diseases. **Environmental Health Perspectives.** . ISSN 00916765. 109:SUPPL. 2 (2001) 223–233. doi: 10.2307/3435012.

HAMIN, Elisabeth M.; GURRAN, Nicole - Urban form and climate change: Balancing adaptation and mitigation in the U.S. and Australia. **Habitat International.** . ISSN 01973975. 33:3 (2009) 238–245. doi: 10.1016/j.habitatint.2008.10.005.

HANSFORD, Kayleigh M. *et al.* - Ticks and *Borrelia* in urban and peri-urban green space habitats in a city in southern England. **Ticks and Tick-borne Diseases.** . ISSN 18779603. 8:3 (2017) 353–361. doi: 10.1016/j.ttbdis.2016.12.009.

HEUKELBACH, Jörg; FELDMEIERS, Hermann - Ectoparasites - The underestimated realm. **Lancet.** . ISSN 01406736. 363:9412 (2004) 889–891. doi: 10.1016/S0140-6736(04)15738-3.

HEYLEN, D. *et al.* - Ticks and tick-borne diseases in the city: Role of landscape connectivity and green space characteristics in a metropolitan area. **Science of the Total Environment.** . ISSN 18791026. 670:2019) 941–949. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.03.235.

HOOGSTRAAL, Harry - Argasid and Nuttalliellid Ticks as Parasites and Vectors. Em **Advances in Parasitology** Disponível em WWW:<URL:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065308X08605631>>.v. 24. p. 135–238.

HUNTER, P. R. - Climate change and waterborne and vector-borne disease. **Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement.** . ISSN 02674440. 94:32 (2003) 37–46. doi: 10.1046/j.1365-2672.94.s1.5.x.

INSA - **Doenças associadas a Artrópodes e Vetores.** ISBN 9789728643904.

IPCC - **Contribuição do Grupo de Trabalho II para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC)** Disponível em WWW:<URL:https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf>. ISBN 978-972-9083-18-1.

IPCC - **Climate Change 2021 The Physical Science Basis Summary for Policymakers Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. ISBN 9789291691586.

IPCC DDC Glossary - [Consult. 22 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary/glossary_fg.html>.

LA FUENTE, José DE *et al.* - Tick-Pathogen Interactions and Vector Competence: Identification of Molecular Drivers for Tick-Borne Diseases. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**. . ISSN 22352988. 7:APR (2017) 1–13. doi: 10.3389/fcimb.2017.00114.

LAKES, Tobia; KIM, Hyun Ok - The urban environmental indicator «biotope Area Ratio» - An enhanced approach to assess and manage the urban ecosystem services using high resolution remote-sensing. **Ecological Indicators**. . ISSN 1470160X. 13:1 (2012) 93–103. doi: 10.1016/j.ecolind.2011.05.016.

LEDLEY, T. S. - ENERGY BALANCE MODEL, SURFACE. **Encyclopedia of Atmospheric Sciences**. 2003) 747–754. doi: 10.1016/B0-12-227090-8/00150-0.

LI, Sen *et al.* - Lyme Disease Risks in Europe under Multiple Uncertain Drivers of Change. **Environmental health perspectives**. . ISSN 1552-9924. 127:6 (2019) 67010. doi: 10.1289/EHP4615.

MANNELLI, Alessandro *et al.* - Ecology of *Borrelia burgdorferi* sensu lato in Europe: Transmission dynamics in multi-host systems, influence of molecular processes and effects of climate change. **FEMS Microbiology Reviews**. . ISSN 01686445. 36:4 (2012) 837–861. doi: 10.1111/j.1574-6976.2011.00312.x.

MATTHEWS, Tony; LO, Alex Y.; BYRNE, Jason A. - Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners. **Landscape and Urban Planning**. . ISSN 01692046. 138:2015) 155–163. doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.02.010.

MATTIJSEN, T.J.M; OLAFSSON, Et. Al. - Urban Green Infrastructure : Connecting People and Nature for Sustainable Cities. September (2017).

MCCARREY, John R. - Specification of spermatogonial stem cells. **Encyclopedia of Reproduction**. 2018) 98–99. doi: 10.1016/B978-0-12-801238-3.64433-1.

MILLINS, Caroline *et al.* - Effects of conservation management of landscapes and vertebrate communities on Lyme borreliosis risk in the United Kingdom. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**. . ISSN 0962-8436. 372:1722 (2017) 20160123. doi: 10.1098/rstb.2016.0123.

MONTEIRO, Ana *et al.* - **Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas**

MONTEZ, Cristina Isabel Alves Pereira - Valor dos espaços verdes da cidade. 2009) 129.

MURALIKRISHNA, Iyyanki V.; MANICKAM, Valli - Natural Resource Management and Biodiversity Conservation. **Environmental Management**. 2017) 23–35. doi: 10.1016/B978-0-12-811989-1.00003-8.

NARASIMHAN, Sukanya *et al.* - Gut microbiota of the tick vector *Ixodes scapularis* modulate colonization of the Lyme disease spirochete. **Cell Host and Microbe**. . ISSN 19346069. 15:1 (2014) 58–71. doi: 10.1016/j.chom.2013.12.001.

NARASIMHAN, Sukanya; SCHLEICHER, Tyler R.; FIKRIG, Erol - Translation of Saliva Proteins Into Tools to Prevent Vector-Borne Disease Transmission. **Arthropod Vector: Controller of Disease Transmission, Volume 2 Vector Saliva-Host-Pathogen Interactions**. 2017) 249–300. doi: 10.1016/B978-0-12-805360-7.00014-9.

NOGUEIRA, Helena - Saúde (d)nos lugares: a problemática dos territórios promotores de saúde. **Cadernos de Geografia**. . ISSN 0871-1623. 26–27 (2008) 85–99. doi: 10.14195/0871-1623_27_8.

OGDEN, Nicholas H. *et al.* - Estimated effects of projected climate change on the basic reproductive number of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis*. **Environmental Health Perspectives**. . ISSN 15529924. 122:6 (2014) 631–638. doi: 10.1289/ehp.1307799.

OGDEN, Nick H.; LINDSAY, L. Robbin - Effects of Climate and Climate Change on Vectors and Vector-Borne Diseases: Ticks Are Different. **Trends in Parasitology**. . ISSN 14715007. 32:8 (2016) 646–656. doi: 10.1016/j.pt.2016.04.015.

ORRELL, K. S.; KUNZ, T. H. - Energy Costs of Reproduction☆. Em **Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences** . [S.l.] : Elsevier, 2016 [Consult. 22 jun. 2022]. Disponível em

WWW:<URL:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124095489097062>>.

OTEO, José A.; PORTILLO, Aránzazu - Tick-borne rickettsioses in Europe. **Ticks and Tick-borne Diseases**. . ISSN 1877959X. 3:5–6 (2012) 271–278. doi: 10.1016/j.ttbdis.2012.10.035.

PAUL, Richard E. L. *et al.* - Environmental factors influencing tick densities over seven years in a French suburban forest. **Parasites and Vectors**. . ISSN 17563305. 9:1 (2016) 1–10. doi: 10.1186/s13071-016-1591-5.

PAZ, Shlomit - Climate change impacts on vector-borne diseases in Europe: Risks, predictions and actions. **The Lancet Regional Health - Europe**. . ISSN 26667762. 1:2021) 100017. doi: 10.1016/j.lanepe.2020.100017.

RADOLF, Justin D. *et al.* - Of Ticks, mice and Men. **Nature reviews. Microbiology**. 10:2 (2012) 87–99. doi: 10.1038/nrmicro2714.Of.

RAFFEL, Thomas R.; MARTIN, Lynn B.; ROHR, Jason R. - Parasites as predators: unifying natural enemy ecology. **Trends in Ecology and Evolution**. . ISSN 01695347. 23:11 (2008) 610–618. doi: 10.1016/J.TREE.2008.06.015.

REED, Kurt D. *et al.* - Birds, Migration and Emerging Zoonoses: West Nile Virus, Lyme Disease, Influenza A and Enteropathogens. **Clinical Medicine & Research**. . ISSN 1539-4182. 1:1 (2003) 5–12. doi: 10.3121/cmr.1.1.5.

RHODENIZER, Elizabeth - Security Issues and Measures. **Encyclopedia of Information Systems**. 2003) 45–55. doi: 10.1016/B0-12-227240-4/00156-8.

ŘÍHA, Milan; PRCHALOVÁ, Marie - Models of Animal Distributions in Inland Waters. **Encyclopedia of Inland Waters**. 2022) 292–301. doi: 10.1016/B978-0-12-819166-8.00065-7.

RIZZOLI, Annapaola *et al.* - Ixodes ricinus and its transmitted pathogens in urban and peri-urban areas in Europe: New hazards and relevance for public health. **Frontiers in**

Public Health. . ISSN 22962565. 2:DEC (2014) 1–26. doi: 10.3389/fpubh.2014.00251.

ROCKLÖV, Joacim; DUBROW, Robert - Climate change: an enduring challenge for vector-borne disease prevention and control. **Nature Immunology**. . ISSN 15292916. 21:5 (2020) 479–483. doi: 10.1038/s41590-020-0648-y.

SÁ, Joana Feio Ferreira De - Espaços verdes em meio urbano: uma abordagem metodológica com base em serviços de ecossistema. 2013) 1–105.

SAMARANAYAKE, Nilakshi - Leishmaniasis. Em **Molecular Advancements in Tropical Diseases Drug Discovery** . [S.l.] : Elsevier, 2020 [Consult. 22 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128212028000025>>. p. 21–46.

SANTANA, Paula - Introdução à geografia da saúde território, saúde e bem-estar. **Introdução à geografia da saúde território, saúde e bem-estar**. 2014). doi: 10.14195/978-989-26-0727-6.

SANTOS, Filipe Duarte - **Alterações climáticas**

SCHIESARI, Luca; O’CONNOR, Michael B. - Diapause. Delaying the developmental clock in response to a changing environment. **Current Topics in Developmental Biology**. . ISSN 00702153. 105:2013) 213–246. doi: 10.1016/B978-0-12-396968-2.00008-7.

SHAPIRO, Eugene D. - Clinical practice. Lyme disease. **The New England journal of medicine**. . ISSN 1533-4406. 370:18 (2014) 1724–31. doi: 10.1056/NEJMcp1314325.

SILVA, Joana; NOGUEIRA, Helena - Contributo dos espaços verdes para o bem-estar das populações – estudo de caso em Vila Real. **Cadernos de Geografia**. . ISSN 2183-4016. 33 (2015) 117–121. doi: 10.14195/0871-1623_33_10.

SILVA, Ma Margarida *et al.* - Carraças associadas a patologias infecciosas em Portugal. **Acta Medica Portuguesa**. . ISSN 16460758. 19:1 (2006) 39–48.

SILVEIRA, Henrique - Alterações climáticas na Europa : efeito nas doenças parasitárias humanas. 27:2009) 71–86.

SIMOVIĆ, M. *et al.* - Resurgent Vector-Borne Diseases as a Global Health Problem.

Vojnosanitetski Pregled. . ISSN 00428450. 44:2 (1987) 99–106.

SINGH, Ashok K. - Nanoparticle Ecotoxicology. **Engineered Nanoparticles.** 2016) 343–450. doi: 10.1016/B978-0-12-801406-6.00008-X.

SOCIEDADE PORTUGUESA DE PEDIATRIA - FEBRE ESCARO-NODULAR. 36:2005) 257–263.

SOUSA, Rita DE *et al.* - Sobre a realidade da febre escaro-nodular em Portugal. **Acta Medica Portuguesa.** . ISSN 16460758. 16:6 (2003) 429–436.

SPERNOVASILIS, Nikolaos *et al.* - Mediterranean spotted fever: Current knowledge and recent advances. **Tropical Medicine and Infectious Disease.** . ISSN 24146366. 6:4 (2021). doi: 10.3390/tropicalmed6040172.

STEHR, Frederick W. - Metamorphosis. **Encyclopedia of Insects.** 2009) 627–628. doi: 10.1016/B978-0-12-374144-8.00175-2.

SÜSS, Jochen *et al.* - What makes ticks tick? Climate change, ticks, and tick-borne diseases. **Journal of Travel Medicine.** . ISSN 11951982. 15:1 (2008) 39–45. doi: 10.1111/j.1708-8305.2007.00176.x.

UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change United Nations. **United Nations Framework Convention on Climate Change.** 1992) 1–33.

United Nations Department of Economic and Social Affairs - , atual. 2018. [Consult. 28 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>>.

USPENSKY, Igor - Tick pests and vectors (Acari: Ixodoidea) in European towns: Introduction, persistence and management. **Ticks and Tick-borne Diseases.** . ISSN 1877959X. 5:1 (2014) 41–47. doi: 10.1016/j.ttbdis.2013.07.011.

WHO - , atual. 2022. [Consult. 23 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>>.

WMO - **Weather-related disasters increase over past 50 years, causing more damage**

but fewer deaths | World Meteorological Organization , atual. 2021. [Consult. 30 jun. 2022]. Disponível em WWW:<URL:https://public.wmo.int/en/media/press-release/weather-related-disasters-increase-over-past-50-years-causing-more-damage-fewer>.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION AND; WORLD HEALTH ORGANIZATION - **Heatwaves and Health: Guidance on Warning-System Development** Disponível em WWW:<URL:http://www.who.int/globalchange/publications/WMO_WHO_Heat_Health_Guidance_2015.pdf>. ISBN 9789263111425.

ZHAO, Lei *et al.* - Interactions between urban heat islands and heat waves. **Environmental Research Letters**. . ISSN 17489326. 13:3 (2018). doi: 10.1088/1748-9326/aa9f73.

ZHAO, Qi *et al.* - Global climate change and human health: pathways and possible solutions. **Eco-Environment & Health**. . ISSN 27729850. 2022). doi: 10.1016/j.eehl.2022.04.004.

ZIPPERER, Wayne C.; PICKETT, Steward TA - Urban Ecology: Patterns of Population Growth and Ecological Effects. **eLS**. 2008 (2012) 1–8. doi: 10.1002/9780470015902.a0003246.pub2.