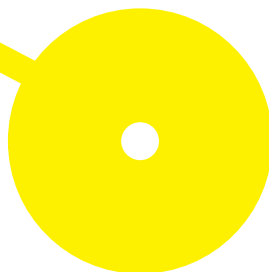




Vigilância entomológica e controlo de Arbovírus na Europa: Revisão sistemática

Andreia Conceição Fontoura Moreira

09/2024





**ESCOLA
SUPERIOR
DE SAÚDE**

Vigilância entomológica e controlo de Arbovírus na Europa: Revisão sistemática

Autor

Andreia Conceição Fontoura Moreira

Orientadores

Especialista em ACSP/Maria Manuela Amorim Sousa/Professor Coordenador E2S-P. Porto

Especialista em Saúde Pública/Jorge Manuel Condeço Ribeiro/Diretor do IPST-Porto

Dissertação apresentada para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em **Análises Clínicas e Saúde Pública**– Ramo/Área de Especialização em **Microbiologia e Saúde Pública** pela Escola Superior de Saúde do Instituto Politécnico do Porto.

Agradecimentos

Esta tese não seria possível sem o apoio e a contribuição de todas as pessoas importantes na minha vida acadêmica e pessoal. Gostaria de expressar a minha sincera gratidão a todos que tornaram esta jornada enriquecedora e especial.

Primeiramente, aos meus orientadores, à Prof.^a Maria Sousa, que foi incansável no seu apoio e dedicação ao longo de todo o processo e ao Prof. Jorge Condeço, que contribuiu com a sua experiência e conhecimentos especializados. A vossa disponibilidade e intuições foram fundamentais para a qualidade deste trabalho.

Agradeço à minha família pelo amor, apoio e espírito de sacrifício que tornaram isto possível.

E claro, à minha gata Eevee, que apesar de não contribuir diretamente para a tese, foi uma companhia exímia durante as longas horas de trabalho.

A todos vocês, o meu mais profundo agradecimento. Este trabalho é o reflexo do esforço coletivo e do suporte que recebi ao longo desta jornada.

Resumo

Introdução: A prevenção de epidemias numa sociedade cada vez mais conectada representa um desafio crescente para a saúde pública. O aumento das doenças infecciosas transmitidas por vetores, como os mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, tem sido particularmente preocupante na Europa.

Objetivo: Esta revisão sistemática visa compilar as estratégias para a monitorização, controlo e prevenção dos mosquitos vetores de arbovírus utilizadas na Europa, com principal foco no *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*.

Métodos: Utilizando a metodologia PRISMA, foram recolhidos dados de uma base de dados científica e bibliografia cinzenta. Os estudos mais relevantes foram selecionados com base em critérios de inclusão e exclusão.

Resultados: A revisão destacou a disparidade nas estratégias e recursos entre os países europeus. A vigilância tradicional aliada ao apoio da comunidade poderá aumentar as hipóteses de deteção precoce destas espécies. No entanto, é dependente da colaboração de especialistas. Atualmente, as medidas de controlo estão limitadas por preocupações ambientais e resistências, o que desperta interesse em alternativas biotecnológicas.

Conclusão: É crucial uma abordagem coordenada e integrada para enfrentar a crescente ameaça destes vetores. A revisão sugere a necessidade de cooperação internacional, maior especialização e a adoção de medidas eficazes e sustentáveis para conter a propagação dos mosquitos na Europa.

Palavras-chave: Arbovírus, Aedes, Mosquito, Controlo, Vigilância, Monitorização, Saúde Pública

Abstract

Introduction: Preventing epidemics in an increasingly connected society represents a growing challenge for public health. The rise in vector-borne infectious diseases, such as those transmitted by *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes, has been particularly concerning in Europe.

Objective: This systematic review aims to compile strategies for monitoring, controlling, and preventing arbovirus vector mosquitoes in Europe, with a primary focus on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*.

Methods: Using the PRISMA methodology, data was collected from a scientific database and grey literature. The most relevant studies were selected based on inclusion and exclusion criteria.

Results: The review highlighted disparities in strategies and resources among European countries. Traditional surveillance, combined with community support, could improve early detection of these species. However, it relies on specialist collaboration. Current control measures are limited by environmental concerns and resistance, generating interest in biotechnological alternatives.

Conclusion: A coordinated and integrated approach is crucial to address the growing threat of these vectors. The review suggests the need for international cooperation, greater specialization, and the adoption of effective and sustainable measures to contain the spread of mosquitoes in Europe.

Keywords: Arbovirus, Aedes, Mosquito, Control, Surveillance, Monitoring, Public Health

Índice

1. Introdução.....	1
2. Métodos	3
2.1. Seleção das palavras-chave e pesquisa nas diferentes bases de dados.....	3
2.2. Critérios de elegibilidade	4
2.3. Processo de seleção.....	5
2.4. Recolha de dados.....	6
3. Resultados	7
3.1. Objetivos dos documentos incluídos.....	7
3.2. Vigilância entomológica.....	9
3.2.1. Vigilância Ativa.....	9
3.2.2. Vigilância Passiva.....	13
3.3. Avaliação de Risco.....	14
3.4. Métodos de Controlo	15
3.4.1. Impacto ambiental das medidas de controlo	22
3.4.2. Resistências.....	23
3.5. Papel da população	24
3.6. Fronteiras.....	27
3.7. IVM (integrated vector management).....	28
3.8. Novas descobertas	29
4. Discussão.....	31
5. Conclusão.....	33

Anexos

Referências Bibliográficas

1. Introdução

Numa sociedade cada vez mais conectada, a prevenção de epidemias apresenta-se como um desafio crescente para a saúde pública. A migração da população, a urbanização, a globalização e as alterações climáticas são alguns dos fatores preponderantes no aumento das doenças infecciosas transmitidas por vetores (1,2).

O estabelecimento destes vetores tem impacto ambiental, económico e na saúde humana, sendo consideradas espécies invasoras. Entre os mosquitos invasores, espécies como o *Aedes albopictus* e o *Aedes aegypti* encontraram condições particularmente favoráveis na Europa e representam uma ameaça significativa devido à sua capacidade de transmitir arbovírus.

As arboviroses têm como agentes etiológicos vírus transmitidos por vetores artrópodes. Existem cerca de 150 espécies de arbovírus que provocam doença em humanos, sendo os de maior relevância o dengue, zika, chikungunya e a febre amarela(3). Além do impacto na saúde dos indivíduos infetados, as arboviroses têm impacto na obtenção de substâncias de origem humana (sangue e componentes sanguíneos, células, tecidos e órgãos) já que apresentam riscos adicionais para grupos vulneráveis (idosos, crianças, grávidas e doentes crónicos), reforçando-se assim a necessidade de estratégias eficazes de prevenção e monitorização (4,5).

A presença destes mosquitos não é recente na Europa. O *Aedes albopictus* foi detetado pela primeira vez na Albânia em 1979 e historicamente o *Aedes aegypti* esteve estabelecido no Sul da Europa até ao seu desaparecimento no século XX(6).

Em 2007, foi registado na Itália o primeiro surto de chikungunya na Europa, transmitido por *A. albopictus*. O *A. aegypti* foi responsável por um surto de dengue na ilha da Madeira em 2012 com cerca de 2000 casos registados(7). Desde então, houve vários relatos de casos autóctones de dengue e chikungunya em diferentes regiões da Europa.

Dado o comportamento invasivo destas espécies e o seu potencial papel como vetor de agentes patogénicos, as estratégias de vigilância e controlo são essenciais para impedir a propagação das espécies e a transmissão de doenças (6).

A vigilância entomológica permite a deteção precoce de mosquitos invasores, a monitorização da população de mosquitos e da sua expansão geográfica, a avaliação da eficácia das intervenções de controlo, a monitorização de resistências a inseticidas e acima de tudo a tomada de decisão informada (8). Esta envolve geralmente a recolha de amostras georreferenciadas por meio de armadilhas para ovos e mosquitos adultos ou a recolha de amostras de água para pesquisa de estados larvares.

A vigilância entomológica de *Aedes* na Europa é coordenada por diversas entidades, incluindo o Centro Europeu de Prevenção e Controlo de Doenças (ECDC), a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA), a Organização Mundial da Saúde (OMS) e as redes nacionais de saúde pública. Os dados sobre vigilância entomológica e as doenças associadas aos vetores são partilhados na plataforma VectorNET. A troca de informações entre os países é crucial para responder rapidamente a surtos e impedir a disseminação dos vetores(5).

Com a vigilância entomológica a desempenhar um papel vital na identificação das populações de *Aedes* na Europa, em países onde são identificados, a atenção volta-se também para as estratégias de controlo que limitem a sua disseminação e impacto. O controlo de mosquitos *Aedes* envolve a eliminação dos locais de criação ou criadouros e a aplicação de larvicidas e inseticidas (9,10). A eficácia destas ações depende da colaboração entre as autoridades de saúde e a comunidade, sendo possível reforçá-las com campanhas de consciencialização para a população geral.

Novas estratégias com base na biotecnologia estão atualmente em estudo na Europa e podem oferecer uma solução para a crescente preocupação com as resistências aos inseticidas e com os impactos ambientais das abordagens tradicionais de controlo (11–14).

A vigilância entomológica e controlo de mosquitos *Aedes* na Europa está em transformação, impulsionada pela integração de novas tecnologias, métodos inovadores de controlo biológico, colaboração internacional e um foco crescente em prever e prevenir surtos. Estas inovações são essenciais para enfrentar o desafio crescente da expansão dos mosquitos *Aedes* e as ameaças à saúde pública que representam.

No entanto, as diretrizes estabelecidas pelas entidades competentes estão desatualizadas e a vigilância entomológica é realizada de forma independente (15). O desenvolvimento de um guia abrangente, que incluía métodos para avaliação de risco, estratégias de vigilância, controlo e gestão organizacional, seria uma mais-valia no combate coordenado a mosquitos vetores de arbovírus (8).

Esta revisão tem como objetivo compilar e sistematizar informação sobre as estratégias utilizadas na Europa para a monitorização, controlo e prevenção dos mosquitos vetores de arbovírus com foco no *A. aegypti* e *A. albopictus*.

A sistematização desta informação poderá suportar a implementação de medidas de vigilância, prevenção e controlo destes vetores assim como de estudos posteriores.

2. Métodos

2.1. Seleção das palavras-chave e pesquisa nas diferentes bases de dados

Para a realização deste estudo foi implementada a metodologia PRISMA (do inglês *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). A informação sistematizada foi obtida a partir de duas fontes de informação distintas, literatura extraída de bases de dados (PubMed) e documentos obtidos pela pesquisa de bibliografia cinzenta (Google Advanced e *websites* oficiais de entidades responsáveis pelos planos/ protocolos de vigilância/ monitorização entomológica).

A estratégia de pesquisa em bases de dados iniciou-se pela pesquisa dos termos MESH (Medical Subject Headings) na *National Library of Medicine*. Foram utilizados 3 termos MESH: *Aedes*, *Public Health* e *Arbovirus*; a este último foi acrescentado o *Subheading prevention and control* (prevenção e controlo) para limitar a pesquisa.

É de notar que a estratégia de pesquisa adotada não limitou geograficamente os estudos, esta decisão advém da escolha do autor já que a utilização destes foi testada e considerada exclusiva em excesso.

A pesquisa de bibliografia cinzenta foi realizada de forma a reunir todos os documentos, relatórios, guias ou planos locais ou nacionais implementados na Europa que visem estabelecer ou aconselhar medidas de vigilância e/ ou controlo da população de *A. aegypti* e *A. albopictus*.

Para tal foi utilizado o documento Organisation of vector surveillance and control in Europe (dados disponíveis para consulta em: https://external.ecdc.europa.eu/technicalreport/TRP-20210226_1623_VSC_Annex%206.html) publicado em 2021 pelo ECDC onde constam as entidades responsáveis pelos planos de vigilância e controlo, caso estes existam, para cada país inquirido. A utilização desta informação permitiu a pesquisa direta nos *websites* oficiais das entidades responsáveis pela formulação de protocolos e planos de vigilância e controlo de Aedes na Europa.

Em acréscimo foi realizada ainda a pesquisa através da plataforma Google Advanced onde foram procuradas as palavras-chave + país de interesse (Portugal, Espanha, França, Reino Unido, Alemanha, Itália, Grécia, Países Baixos, Bélgica, Ucrânia, Noruega, Áustria, Suécia, Croácia, Dinamarca, Roménia, Islândia, Finlândia, Albânia, Chéquia, Malta, Luxemburgo, Hungria, Liechtenstein, Chipre, Bulgária, Sérvia, Eslovénia, Eslováquia, Estónia, Mónaco, Lituânia, Bósnia e Herzegovina, Montenegro, Bielorrússia, Letónia, Moldávia, Vaticano, Kosovo, Andorra, Macedónia do Norte, San Marino, Vaticano). As palavras-chave utilizadas nesta pesquisa incluíram o tipo de documento em questão (guia, plano, *guidelines*) e o país relevante (Portugal, França, Itália, entre outros).

É de sublinhar que as pesquisas foram realizadas inicialmente em inglês e posteriormente com as palavras-chave traduzidas para a língua do país em questão, por exemplo: mosquito control in Italy; obteve controllo delle zanzare in Italia.

Esta estratégia permitiu extrair documentos redigidos em inglês e nas línguas nativas dos diferentes países. Foi ainda utilizado o Google Tradutor para realizar a tradução de todos os ficheiros que não se encontravam em português ou inglês.

Por fim, foi realizada a pesquisa de bibliografia cinzenta em *websites* de agências europeias e internacionais relevantes ao tema (ECDC, WHO-Europe, EMCA).

2.2. Critérios de elegibilidade

Inclusão

- Estudos que abordem diretamente medidas de vigilância e/ou controlo de Aedes aegypti e/ou Aedes albopictus.

- Estudos compreendidos entre 2013–2023;
- Estudos experimentais de campo por refletirem as condições reais de aplicação/ utilização das metodologias em estudo;
- Artigos completos e originais, redigidos em português ou inglês.
- Documentos completos e originais.

Exclusão

- Documentos referentes a vigilância e/ou controlo de vetores fora da União Europeia;
- Documentos que não contém informação referente a medidas de controlo e/ou vigilância da população dos mosquitos *Aedes aegypti* e/ou *Aedes albopictus* integradas no contexto de um plano.
- Estudos experimentais laboratoriais, por não refletirem o contexto natural;
- Documentos de carácter de autoproteção redigidos para a população geral.

2.3. Processo de seleção

A seleção de bibliografia a incluir no estudo foi realizada em duas partes, inicialmente com a análise do título e sumário, e aplicação dos critérios de inclusão/exclusão. Numa segunda fase apenas os documentos aprovados na primeira etapa foram analisados, desta vez em toda a sua extensão.

O produto final desta estratégia foram os estudos a incluir na dissertação conforme esquematizado abaixo (Figura 1). Foram incluídos 41 documentos no total, sendo que destes 12 foram obtidos através da pesquisa em bases de dados e 29 foram obtidos através da pesquisa de bibliografia cinzenta.

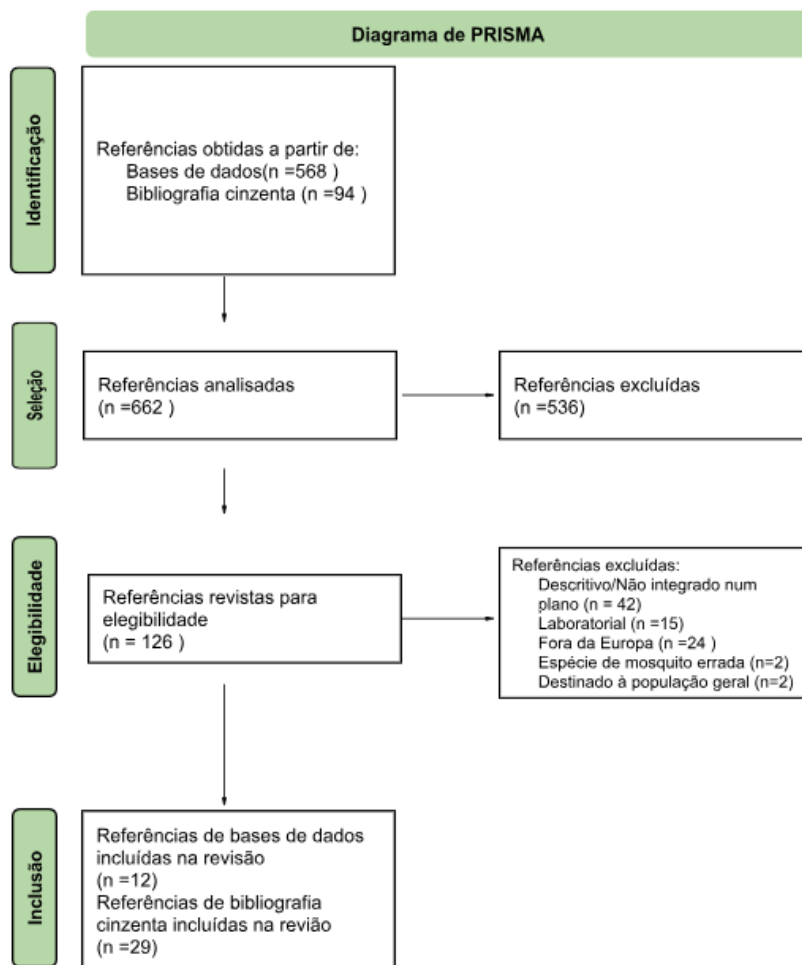


Figura 1-Diagrama de PRISMA

2.4. Recolha de dados

Os documentos obtidos via bibliografia cinzenta consistem em 5 documentos de orientação regional (16–20), 18 documentos nacionais, 4 documentos europeus e 2 documentos com diretrizes internacionais (Anexo 1), sendo os últimos dois guias elaborados pela WHO, o primeiro com destaque na resposta global para o controlo de vetores (9) e o segundo focada na estratégia de vigilância e controlo ao nível das fronteiras aéreas, marítimas e terrestres (21). A Figura 2 representa a distribuição da bibliografia cinzenta obtida, estando representados países de múltiplas regiões da Europa, o que poderá garantir a representação de diferentes níveis de risco.

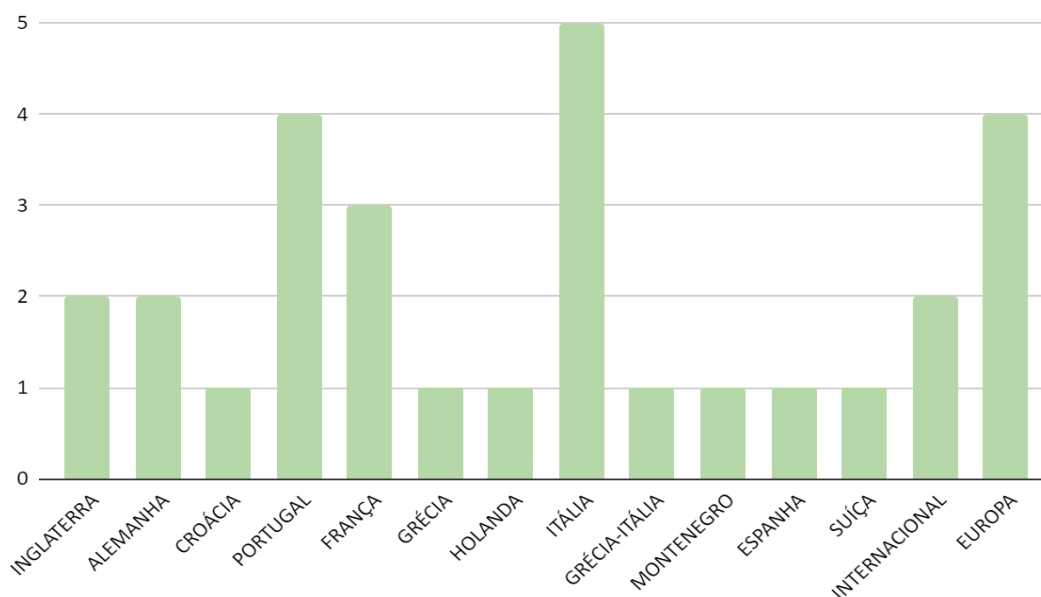


Figura 2 - Distribuição da origem e quantidade documentos incluídos

3. Resultados

Neste ponto, são apresentados os resultados, abordando o propósito para o desenvolvimento de documentos e guias, os protocolos de vigilância entomológica, a avaliação de riscos, os métodos de controlo utilizados e as suas dificuldades, além do papel da população na prevenção dos mosquitos *Aedes* e na transmissão de doenças vectoriais.

3.1. Objetivos dos documentos incluídos

Primeiramente foi observado o objetivo por trás do desenvolvimento dos documentos ou guias. A Tabela 1 apresenta as referências das fontes documentais, as espécies abordadas e o propósito para o qual o guia foi desenvolvido.

Apesar da maioria dos documentos analisados conter um plano específico para espécies de mosquitos invasores ou mosquitos em geral (nativos e invasores) alguns documentos apresentavam medidas para vetores na totalidade, incluindo roedores e carraças (20,22–24).

Os objetivos dos documentos foram subdivididos, sendo os mais frequentes o controlo e redução da população de mosquitos e o controlo e redução das doenças transmitidas por mosquitos *Aedes* invasores. Em regiões onde os mosquitos não se

encontram estabelecidos ou encontram-se limitados a uma área geográfica, era comum o foco na contenção e prevenção de novas populações (20,22,25–28).

A preocupação com o incómodo causado pela presença de mosquitos foi menor, especialmente em comparação com estudos anteriores (26,27,29).

Os estudos obtidos por pesquisa nas bases de dados não foram incluídos neste ponto por não apresentarem objetivos em comum, mas sim objetivos específicos para cada um.

Tabela 1- Organizações autoras dos documentos incluídos, espécies abordadas e objetivos para as orientações dadas

Autor/ País/ Referência	Espécies	Objetivos				
		Controlo e redução da população mosquitos	Controlo e redução Doenças	Impedir estabelecimento em novas áreas	Redução do incómodo	Estabelecer medidas de planeamento e gestão
FLI (ALE)(25)	Ae. Albopictus	•		•		•
BMG, FLI (ALE)(22)	Todos vetores	•				•
Brodsko-posavska županija - Službeni vjesnik (CR)(20)	Todos vetores	•	•			
PHE (EN)(27)	Mosquitos		•	•	•	•
PHE (EN)(26)(26)	Mosquitos	•	•	•	•	•
MS (ES)(30)	Aedes	•	•			•
DGS (FR)(24)	Todos vetores	•		•		•
CNEV (FR)(14)	Ae. Albopictus e Ae. Aegypti	•			•	•
COVARS (FR)(31)	Ae. Albopictus e Ae. Aegypti	•	•			•
Υπουργείο Υγείας (GR)(32)	Mosquitos	•	•			
LIFE CONOPS (GR-IT)(33)	Mosquitos	•		•		•
CCM (IT)(34)	Mosquitos		•	•		•
Sistema Socio Sanitario Regione Lombardia (IT)(19)	Mosquitos	•	•			
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(17)	Mosquitos	•				•
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(18)	Mosquitos	•	•			•
MS (IT)(35)	Mosquitos		•	•		
Ministarstvo zdravlja (MON)(23)	Todos vetores		•	•		
L&N-NVWA (NL)(28)	Mosquitos	•		•		•
DGS (PT)(36)	Mosquitos		•			
DGS (PT)(37)	Ae. Aegypti	•	•	•		
DGS (PT)(38)	Aedes	•	•	•		•
SRAS (PT)(16)	Ae. Aegypti	•				
OFEV (SW)(39)	Mosquitos			•		•
WHO(9)	Todos vetores		•	•		

WHO Regional Office for Europe(40)	Mosquitos	.		.		.
WHO Regional Office for Europe(41)	Mosquitos		.	.		
WHO Regional Office for Europe(42)	Mosquitos		.			
WHO Regional Office for Europe(43)	Mosquitos		.	.		
WHO 21)	Todos vetores		.			.

Nota: Os espaços sem ponto indicam a ausência de informação no documento.

Legenda: ALE (Alemanha), CR (Croácia), EN (Reino Unido), ES (Espanha), FR (França), GR (Grécia), IT (Itália), MON (Montenegro), NL (Países Baixos), PT (Portugal), SW (Suíça),

3.2. Vigilância entomológica

A vigilância entomológica pode ser subdividida em vigilância ativa e passiva.

A primeira consiste nas atividades desempenhadas pelas entidades competentes para recolher informação sobre a densidade, dispersão e qualificação da população de mosquitos em qualquer fase do desenvolvimento. A vigilância ativa está frequentemente associada à georreferenciação e ao mapeamento de áreas de risco com potenciais focos de infestação, permitindo a sua priorização em ações de controlo (1,16,21,26).

A segunda não envolve a pesquisa direta do mosquito, mas sim das circunstâncias que o envolvem, como a notificação espontânea de casos de doença pelos profissionais de saúde ou a recolha de informação junto da população, quer por queixas de incómodo devido a uma infestação de mosquitos, quer através da participação do avistamento de mosquitos invasores em plataformas como o Mosquito Alert, Mosquito Watch ou Não Mosquito (1,12).

3.2.1. Vigilância Ativa

- **Ovos**

Nos documentos revistos foi possível evidenciar a utilização consensual da monitorização de ovos por meio de armadilhas Ovitrap (Tabela 2).

As armadilhas de ovos consistem em contentores de plástico preto com uma pequena quantidade de água e um suporte para deposição de ovos parcialmente emergido, e simulam o local ideal para as fêmeas depositarem os seus ovos. A utilização de aromas atrativos pode cativar adicionalmente as fêmeas (16,25). A relação custo-benefício e simplicidade técnica foram as características que impulsionaram a sua utilização (2,25,28).

Nos estudos analisados, representados a azul na Tabela 2, a utilização de Ovitrap para a monitorização da presença e densidade de mosquitos é consistente com a ampla utilização sugerida nos documentos de orientação europeus (29–39).

Os documentos e guias recomendam a manutenção das Ovitrap semanalmente ou a cada duas semanas, com a adição de BTI (*Bacillus thuringiensis israelensis*) (34,35,38). Cabe ressaltar que a avaliação de custos realizada na região norte da Itália revelou que a manutenção quinzenal das Ovitrap pode reduzir os custos de monitorização num terço (29).

Tabela 2 - Tipos de vigilâncias referidas por organização (verde) e por artigo analisado (azul).

Autor/ País/ Referência	Vigilância			
	Ativa			Passiva
	Ovos	Larvas e Pupas	Mosquitos	
FLI (ALE)(11)	.		.	.
BMG, FLI (ALE)(8)			.	.
Brodsko-posavska županija - Službeni vjesnik (CR)(5)	.	.		
PHE (EN)(13)
PHE (EN)(12)
MS (ES)(16)
DGS (FR)(10)	.	.	.	
CNEV (FR)(15)				.
COVARS (FR)(17)	.			.
Υπουργείο Υγείας (GR)(18)		.	.	
LIFE CONOPS (GR-IT)(19)	.		.	
CCM (IT)(20)				
Sistema Socio Sanitario Regione Lombardia (IT)(4)		.		
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(2)
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(3)			.	
MS (IT)(21)	.	.	.	
Ministarstvo zdravstva (MON)(9)		.	.	
L&N-NVWA (NL)(14)		.	.	
DGS (PT)(22)				
DGS (PT)(23)				
DGS (PT)(38)	.	.	.	
SRAS (PT)(1)
OFEV (SW)(24)
WHO(6)				

WHO Regional Office for Europe(25)	•	•	•	•
WHO Regional Office for Europe(26)				•
WHO Regional Office for Europe(27)	•	•	•	•
WHO Regional Office for Europe(28)	•	•	•	•
WHO (7)	•	•	•	
Autor/Referência	Vigilância			
	Ativa			Passiva
	Ovos	Larvas e Pupas	Mosquitos	
Canali et al., 2017 (44)	•			
Guzzetta et al. 2017			•	
Stefopoulou et al., 2018(54)				
Mari Bueno & Quero de Lera et al.,2014.(45)			•	
Santos-sanz et al., 2014(55)	•			
Angelini et al., 2014 (51)				
De Salazar et al., 2018 (56)				
Caputo et al., 2023(53)				
Becker et al., 2022 (47)	•	•	•	
Vasquez et al., 2023(48)	•	•	•	•
(Miranda et al., 2022)(49)	•		•	
Bakran-Lebl et al., 2022 (50)	•			

Nota: Os espaços sem ponto indicam a ausência de informação no documento.

Legenda: ALE (Alemanha), CR (Croácia), EN (Reino Unido), ES (Espanha), FR (França), GR (Grécia), IT (Itália), MON (Montenegro), NL (Países Baixos), PT (Portugal), SW (Suíça).

● Larvas e pupas

Foi também observada a vigilância de estados larvares. Para isso é necessária a colheita de amostras de água utilizando um “Mosquito Dipper” ou outros recipientes plásticos (24,25). A colheita implica a recolha de uma porção da água à superfície com formas imaturas em suspensão para não perturbar e afugentar as larvas e a sua subsequente identificação.

As vantagens apontadas para esta metodologia de amostragem foram o seu resultado direto e imediato, baixo custo, simplicidade e especificidade. A vigilância de estados larvares foi particularmente aconselhada no mapeamento de áreas sensíveis como escolas, lares e hospitais (2,25,28).

As desvantagens referidas foram a limitação de *habitats*, intensidade do trabalho e o limitado valor preditivo, uma vez que não reflete diretamente a densidade de mosquitos adultos (25,28).

Os dados recolhidos na vigilância larval são convertíveis em resultados numéricos, nomeadamente índices. O índice de Breteau, um importante indicador entomológico utilizado amplamente na vigilância de larvas de mosquito, é representado pelo valor percentual de recipientes positivos por número de residências inspecionadas (7,25). Um valor mais alto do índice de Breteau indica uma maior densidade de criadouros de mosquitos numa dada área, aumentando o risco de transmissão de doenças (1,10,16,28). Outros índices utilizados incluem o índice de recipientes que reflete a positividade em recipientes com água observados (7,26,28).

Os índices ajudam a determinar a densidade populacional, a preferência de *habitat* dos mosquitos e a necessidade de medidas de controlo larval (4,7,21).

Nos estudos analisados não houve achados relevantes quanto à vigilância de larvas e pupas, o que não vai ao encontro do estabelecido nos guias e documentos de orientação (47,48).

- Mosquitos

A vigilância e monitorização de espécies de mosquitos adultos foi a mais adotada nos documentos analisados e ocorre principalmente pelo uso de armadilhas. Estas podem ter como objetivo atrair fêmeas em busca de hospedeiros através do uso de atrativos (CO₂, ácido láctico, amónia, octenol) ou estímulos visuais, fêmeas oviposantes quando combinadas com recipientes de água ou todos os mosquitos adultos através do uso de aspiradores, armadilhas de mosquitos, armadilhas adesivas ou redes de varredura na vegetação (2,7,27).

A eficácia destas armadilhas é proporcional ao seu custo, sendo as armadilhas BG-Sentinel as mais recomendadas pela sua alta eficácia, mas de custo e manutenção elevada. Uma referência mais acessível são as BG-GAT (*Gravid Aedes Trap*) que prezam pela sua simplicidade, mas de menor eficiência (7,12,24,28,30,34,35).

A utilização da armadilha BG-Sentinel foi referida num estudo realizado na cidade de Valência onde notavelmente 24% das inspeções entomológicas conduzidas em residências e áreas privadas foram positivas para a presença do mosquito tigre (*A. albopictus*) (30).

Uma metodologia de amostragem referida à cautela nos documentos e guias é a HLC (do inglês *Human Landing Catch*), que consiste na captura de mosquitos a pousar sobre as pessoas. Apesar de apresentar um resultado direto, não é aconselhado em casos de epidemias por questões éticas (3,13,24,28). De forma semelhante, apenas dois artigos referem a utilização de HLC apenas como avaliação inicial em novos focos ou como controlo de qualidade para avaliação da densidade residual em áreas tratadas (32,33).

A identificação das espécies adultas foi realizada tanto morfológicamente quanto molecularmente com o uso de técnicas de PCR (do inglês *Polymerase Chain Reaction*) como a amplificação do gene COI e com a utilização de um espectrómetro de massa com laser assistido por matriz (MALDI-TOF) (30,33,35,36). Um estudo realizado na cidade de Valência destaca a necessidade de incluir a análise molecular de mosquitos capturados para identificar a presença de arbovírus, informação vital para a avaliação de risco (30).

A presença de pessoal especializado foi fundamental na criação dos documentos de orientação europeus e dos artigos de investigação analisados. Além disso, a necessidade de recursos significativos, tanto financeiros quanto humanos, foi uma limitação destacada nas fontes (34,35).

3.2.2. Vigilância Passiva

Ao contrário da vigilância ativa, a vigilância passiva obtém os dados sobre a presença e atividade de mosquitos de uma forma indireta, incluindo geralmente relatos de cidadãos e/ou profissionais de saúde e relatórios das autoridades locais (2,12,17,24,27).

Algumas iniciativas de ciência cidadã mostraram-se bem-sucedidas através do uso de aplicativos móveis que permitem a submissão de dados sobre a presença e distribuição de mosquitos invasores (1,8,12,16).

A vigilância passiva, principalmente a utilização de plataformas para registo de avistamentos pela população, tem uma tendência crescente uma vez que permite detetar rapidamente a presença de novas espécies invasoras, mapear a sua distribuição e orientar as estratégias de controlo (11,21,25).

A vigilância passiva foi menos mencionada nos artigos analisados em comparação com os documentos e guias europeus, indicando um menor interesse na realização de estudos com este tipo de vigilância.

Um estudo de vigilância realizado no Chipre utilizou as participações reportadas pelos cidadãos aos departamentos de saúde e as informações obtidas das redes sociais em paralelo com ações de vigilância ativas (48). Foi ainda colocada a hipótese da combinação do projeto de monitorização nacional austríaco com um projeto de ciência cidadã para aumentar as hipóteses de deteção precoce das espécies invasivas de mosquitos. Esta proposta foi apenas hipotética e não foi testada (50).

3.3. Avaliação de Risco

A recolha de dados entomológicos tem como principal função identificar e prever a probabilidade de ocorrência de surtos de doenças.

Os pilares para a avaliação de risco são a presença/ausência dos mosquitos e a ocorrência/não ocorrência de casos autóctones. A partir destes dois parâmetros o risco é avaliado e a tomada de decisões vai ao encontro do nível de risco presente (12,28). As condições ambientais podem ainda ser consideradas (26). Para os níveis mais baixos de risco é aconselhada a monitorização e campanhas educativas enquanto para níveis de risco elevados a vigilância e resposta é prioritária (16,23).

Foi possível distinguir a avaliação de risco em 4-5 níveis (16,24,26,28):

Nível 0 – Possibilidade de introdução do vetor, mas sem exemplares encontrados até ao momento.

Nível 1 – Exemplares do vetor encontrados, mas sem uma população estabelecida.

Nível 2 – Espécie de vetor estabelecida localmente, sem sinais de propagação adicional, mas com possibilidade de transmissão local de doenças.

Nível 3 – Espécie de vetor amplamente estabelecida ou nativa, com possível transmissão local de doenças.

Nível 4 – Casos de infeção autóctone.

Alguns dos documentos admitem a avaliação preliminar da necessidade de implementação de medidas de controlo, mas não estabelecem uma linha de corte e não especificam a existência de diversos níveis de risco (2,3,9,19).

3.4. Métodos de Controlo

As medidas de controlo são fundamentais para a proteção da saúde pública. Estas permitem eliminar novos focos de infestação, controlar a população presente de mosquitos ou reduzir o impacto na saúde humana em casos de surto.

Umhas multitudes de medidas podem alcançar o controlo e redução das populações de mosquitos *Aedes* invasores, desde medidas físicas como a redução de criadouros ao uso de agentes biológicos como o uso de microrganismos larvicidas.

Biológicos

Os métodos biológicos encontrados foram subdivididos em animais insetívoros, Bti (*Bacillus thuringiensis israelensis*), Ls (*Lysinibacillus sphaericus*), anteriormente designado por Bs (*Bacillus sphaericus*), e métodos genéticos e biotecnológicos (Tabela 3).

- Animais insetívoros

A utilização de animais insetívoros foi a menos adotada nos documentos e guias europeus. Essa abordagem incluía peixes como a carpa comum ou peixes exóticos como *Gambusia affinis* e *Lebistes reticulatus* e crustáceos como o *Copépodes Ciclopóides* (4,7,15,21,25,27).

É de salientar que as espécies *G. affinis* e *L. reticulatus* não são nativas da Europa e apenas são referidos em documentos de carácter internacional (7,25,27). Os documentos europeus demonstram uma preferência por espécies de peixes endémicas (4,15,21).

Outros animais insetívoros foram mencionados como morcegos, aves, répteis e anfíbios, mas sem referência à sua introdução adicional no meio ambiente (16,25,27).

Tabela 3- Métodos de controlo de vetores nos documentos (verde) e nos artigos (azul)

Autor/ País/ Referência	Biológicos				Químicos						Físicos	
	Animais insetívoros	Bti	Ls	Mosquitos geneticamente modificados	Larvicidas				Adulticidas			
					Larvicidas	IGR	Inibidoresquitina	Análogos de hormonas juvenis	Adulticidas	Piretrinas		Piretroides
FLI (ALE)(11)		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
BMG, FLI (ALE)(8)		•		•	•	•			•	•		•
Brodsko-posavska županija – Službeni vjesnik (CR)(5)		•			T				•			•
PHE (EN)(13)		•			•	•			•	•	•	•
PHE (EN)(12)					•				•			•
MS (ES)(16)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
DGS (FR)(10)					•							•
CNEV (FR)(15)	•								T			•
COVARS (FR)(17)		•	•	•	•	•	•	•	•	•		•
Υπουργείο Υγείας (GR)(18)		•			•	•	•		T			•
LIFE CONOPS (GR-IT)(19)		•		•	•	•			•	•	•	•
CCM (IT)(20)	•			•	•				•			•
Sistema Socio Sanitario Regione Lombardia (IT)(4)	•	•	•		•	•	•		•	•		•
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(2)		•	•		•	•	•	•	•			•
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(3)					•				•	•	•	•
MS (IT)(21)		•	•		•	•				•		•
Ministarstvo zdravstva (MON)(9)		•		•	•				•			•
L&N-NVWA (NL)(14)		•	•		•					•		•
DGS (PT)(22)		•							T			•
DGS (PT)(37)												
DGS (PT)(38)												
SRAS (PT)(16)												
OFEV (SW) (24)												
WHO(6)	•			•	•				•			•
WHO Regional Office for Europe(25)	•	•	•	•	•				•	•	•	•
WHO Regional Office for Europe(26)	•			•	•				•			•
WHO Regional Office for Europe(27)	B				Q					•	•	•
WHO Regional Office for Europe(28)		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
World Health Organization(7)										•	•	•

Autor/ Referência	Biológicos				Químicos								Físicos		
	Animais insetívoros	Bti	Ls	Mosquitos geneticamente modificados	Larvicidas				Adulticidas						
					Larvicidas	IGR	Inibidores quitina	Análogos de hormonas juvenis	Adulticidas	Piretrinas	Piretroides	Organofosfatos		Carbamatos	
Canali et al., 2017 (44)					•					•					
Guzzetta et al. 2017 (54)					•										
Stefopoulou et al., 2018(54)					•										•
Mari Bueno & Quero de Lera et al., 2014(45)					•					•					•
Santos-sanz et al., 2014 (55)															
Angelini et al., 2014 (51)					•					•					•
De Salazar et al., 2018 (56)															
Caputo et al., 2023(53)				•											
Becker et al., 2022 (47)		•		•											•
Vasquez et al., 2023(48)				•	•					•		•			•
(Miranda et al., 2022)(49)															
Bakran-Lebl et al., 2022 (50)															

Nota: Os espaços sem ponto indicam a ausência de informação no documento.

Legenda: ALE (Alemanha), CR (Croácia), EN (Reino Unido), ES (Espanha), FR (França), GR (Grécia), IT (Itália), MON (Montenegro), NL (Países Baixos), PT (Portugal), SW (Suíça)

- Bti e Ls

O uso de bactérias com propriedades larvicidas foi a medida mais adotada, sendo que o Bti demonstra uma preferência em comparação com Ls (17,19,20,22,23,25,28–32,34,35,39–43). O mecanismo de atuação destes microrganismos envolve a produção de toxinas que uma vez ingeridas pelas larvas e mosquitos resulta em danos celulares, paralisia e morte.

As vantagens apontadas para a utilização de Bti e Ls foram a sua especificidade para larvas de mosquitos e insetos aquáticos, particularmente a especificidade do Bti para *Aedes*, a sua baixa toxicidade para humanos e animais, a eficácia comprovada e aplicação versátil sobre a forma de grânulos ou líquidos que permite alcançar os diferentes ambientes aquáticos. No entanto, apresentam uma persistência limitada e consequente necessidade de reaplicação e trabalho técnico constante.

Apenas um estudo analisou a eficácia do uso de Bti e concluiu que a utilização de 1g de Vectobac® WG (Bti) em 20 l de água alcançou 100% de mortalidade por 8 semanas, seguido por uma pequena diminuição (de 1%) nas 4 semanas seguintes, corroborando a sua eficácia e persistência considerável (48).

- Mosquitos geneticamente modificados

As medidas de controlo genético e biotecnologia despertaram interesse em muitos dos documentos estudados, sendo consideradas promissoras, ainda que apenas em fase experimental e sujeitas a regulamentação estrita (8,9,16,25,27,28).

A técnica do inseto estéril, SIT (do inglês *steril insect technique*), foi a mais referida nos documentos, e consiste na criação, esterilização e libertação de machos estéreis em massa (8,9,11,16,17,19,21,25,27,28). O acasalamento dos machos estéreis com fêmeas selvagens resulta numa redução da população ao longo do tempo, uma vez que as fêmeas acasalam uma única vez na vida e utilizam o esperma recolhido, neste caso estéril, para a produção de ovos.

A colonização com *Wolbachia* também foi mencionada (11,16,17,21,25,28). Estes endossimbiontes reduzem a competência de transmissão de doenças pelos mosquitos e provocam uma incompatibilidade citoplasmática no momento da fecundação. Isto resulta em ovos inviáveis se um macho infetado acasalar com uma fêmea selvagem ou em ovos viáveis, mas infetados com *Wolbachia*, caso a fêmea também esteja infetada.

Os artigos em estudo revelam um maior interesse nas técnicas de biotecnologia (47,48,53). Em 2018 foram realizadas pela primeira vez em Itália, libertações de campo de machos *Ae. albopictus* modificados. No local tratado observou-se uma redução geral da viabilidade de 29% e uma redução geral de 43% na fertilidade (53).

Um estudo semelhante realizado na cidade de Ludwigshafen e em Freiburg alcançou uma média de 87,5% de esterilidade nos ovos. Este sublinhou a importância de redução máxima da população natural de *Aedes* através de iniciativas anteriores para garantir que os machos estéreis superam as suas contrapartes selvagens. Os custos médios para aplicação da SIT foram cerca de 84 euros por propriedade, aproximadamente sete vezes mais do que as medidas de controlo padrão (47).

O *Aedes albopictus* foi descrito como particularmente adequado para o uso de SIT por ser uma espécie facilmente criada em massa, com alcance de voo limitado e por não se multiplicar em grande escala no meio ambiente. As avaliações de custo em estudo relatam custos 7-10x superiores ao controlo padrão (47,48)

Químicos

Os métodos de controlo químicos foram divididos inicialmente em larvicidas e adulticidas. Alguns dos documentos estudados referem a utilização de larvicidas e/ou adulticidas sem especificar o princípio ativo destes (1,3,6,7,9,10,12,15,21-24,26).

- Larvicidas

Os larvicidas foram subdivididos em IGR (do inglês *insect growth regulator*) e os diferentes mecanismos de ação: inibidores da síntese de quitina e análogos de hormonas juvenis.

A referência à utilização de larvicidas foi comum (Tabela 3). Alguns dos documentos referem a utilização de IGR, mas não especificam o mecanismo de ação utilizado.

Assim como o nome indica, os IGR regulam o desenvolvimento das larvas impedindo a sua metamorfose. Os IGR podem ser inibidores da síntese de quitina, um componente essencial do exoesqueleto dos mosquitos, como o Diflubezuron ou o Novaluron, ou análogos de hormonas juvenis, que mimetizam o efeito das hormonas juvenis e impedem a maturação larval, como o Piriproxifeno ou o S-metopreno. O diflubenzuron foi o larvicida químico mais referido (2,4,11,16,18,19,27) seguido do piriproxifeno. (11,13,16,17,27,28).

O óleo de *Origanum* e uma neurotoxina extraída da fermentação de *Saccharopolyspora spinosa* foram considerados uma potencial alternativa aos larvicidas químicos tradicionais num único documento cada, sendo excluída a sua representação na Tabela 3 (19,28).

A utilização de larvicidas foi uma referência comum tanto nos guias e documentos de orientação como nas avaliações de custo-benefício e avaliações de métodos. Assim como observado nos documentos, também os artigos em estudo carecem da identificação do larvicida em uso. A falta de especificação pode comprometer a precisão dos dados, uma vez que Bti e Ls também são larvicidas, mas biológicos, e não é possível diferenciá-los claramente (44,45,48,51,57).

Um estudo realizado no Norte da Itália demonstrou que uma única aplicação de larvicidas em julho pode reduzir os casos de chikungunya em até 33% e os de dengue em até 22%. Com tratamentos repetidos até quatro vezes, a redução pode atingir os 65% e 51%, respectivamente. No entanto, o custo-benefício não é favorável em cidades maiores (>35.000 habitantes), pois o uso de larvicida em toda a área urbana pode não compensar os potenciais benefícios (57). Ainda na região italiana, um estudo mostrou um aumento no tratamento larvicida em áreas públicas desde 2009, chegando a 62,4% do total dos gastos em 2011. O tratamento de drenos de estrada foi considerado a principal atividade do plano de controle, excedendo frequentemente as recomendações técnicas de quatro tratamentos por ano. Em contraste, as despesas com intervenções porta a porta caíram de 1,13 milhões de euros em 2008 para menos da metade em 2009 e um terço em 2011 (44).

- **Adulticidas**

Os adulticidas foram subdivididos em piretrinas, piretróides e organofosfatos e carbamatos. Os piretróides, derivados sintéticos das piretrinas quimicamente mais estáveis e de maior persistência, foram o adulticida mais referido devido à sua eficácia e baixo impacto ambiental (3,4,8,11,13,14,16,17,19,21,28). A permetrina foi o adulticida mais utilizado, seguido de deltametrina, etofenprox e fenotrina, sendo todos estes piretróides (4,8,11,13,14,17,18,21,24,25,27,28). A utilização de carbamatos e organofosfatos foi reduzida, este último pela sua elevada toxicidade (19,25,27,28) (3,18).

Apesar de não ser representada na Tabela 3, foi referida a utilização da acetamiprida, um inseticida neonicotinoide e a utilização de DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), um inseticida organoclorado num único documento cada (18,25). No entanto, este último encontra-se amplamente restringido devido a preocupações com a sua toxicidade ambiental e efeitos adversos à saúde humana (28).

As metodologias de aplicação aconselhadas incluem pulverização residual direcionada, de barreira ou espacial (nebulização térmica e fria). Todas destacam a importância de fatores como o tamanho das partículas, volume distribuído, velocidade do vento, temperatura e humidade, para garantir a eficácia do inseticida (3,7,28).

É ainda salientado que a utilização de adulticidas foi fortemente desaconselhada e apenas utilizada em emergências ou em locais com alta infestação, utilizando uma

abordagem integrada e específica, principalmente em casos de resistência já registada (2,3,21,28).

Este achado foi igualmente encontrado nos artigos analisados que referem a utilização de adulticidas (53,57).

Físicos

O controlo físico dos mosquitos *Aedes* foi aconselhado em praticamente todos os documentos e guias analisados (Tabela 3) (1–5,7–21,23–28). O principal método de controlo físico é o descarte de todo e qualquer recipiente que acumule água para impedir a reprodução de mosquitos. No ambiente urbano os documentos referem a eliminação de criadouros como lixo mal-acondicionado, pneus, corpos de água em locais de construção, aterros, estábulos e parques, recipientes em jardins e cemitérios (1,2,4,5,7–21,23–28). A manutenção das redes de águas pluviais e de saneamento foi também mencionada (2,10,13,16,28).

A redução física dos nichos ecológicos que servem de criadouros para mosquitos deve ser uma ação contínua para garantir a eficácia do controlo.

Apesar do descarte semanal de águas estagnadas ser a medida mais eficaz, quando esta não é possível foi aconselhada a utilização de coberturas (2,11,25). O uso de produtos químicos de ação mecânica, como filmes de silicone (Polydimethylsiloxane (PDMS) e o Aquatain AMF™) foi admitido (2,4,9,13,16,17,20,21,25). Estes são aplicados diretamente na água e formam uma película que impede a respiração das larvas e pupas, reduzindo a população de mosquitos. Para impedir a entrada de mosquitos nos edifícios foi recomendada a instalação de redes mosquiteiras em janelas e portas (3,7,8,17,19,28).

Alguns documentos referem a utilização de armadilhas de sucção elétrica, armadilhas de postura de ovos impregnadas com piretroides, armadilhas com substâncias atrativas ou películas adesivas quando o incómodo provocado pela infestação for grande (2,8,11,12,17,19,25,28).

Foram ainda referidas medidas preventivas e de manutenção, que devem ser aplicadas continuamente como o planeamento urbano atento ao risco vetorial e a quarentena de bens importados de alto risco (10,16,25).

A remoção de *habitats* foi extensamente mencionada nos artigos analisados, no entanto, não foram encontrados dados do seu custo-benefício ou avaliações da sua eficácia (45,48,51).

3.4.1. Impacto ambiental das medidas de controlo

As medidas de controlo de vetores, como qualquer intervenção humana, impactam o ambiente, e a consideração com esse efeito é de extrema importância. As preocupações levantadas nos guias e documentos de orientação dizem respeito ao impacto da utilização de químicos na saúde humana e animal e ao impacto ambiental da eliminação de corpos de água naturais.

O uso indiscriminado de inseticidas pode ter efeitos adversos sobre o meio ambiente, incluindo a morte de insetos não alvo e impactos sobre a fauna e flora aquáticas (3,5,11,13,16–19,21,27). Os piretroides são altamente tóxicos para insetos em dosagens muito baixas, enquanto os carbamatos e organofosforados são aplicados em doses muito maiores, com implicações negativas para organismos de maiores dimensões (28). Em particular destaque, foi referido o impacto sobre espécies de abelhas indiscriminadamente afetadas pelo uso de inseticidas (5,13,21).

Apesar da baixa toxicidade referida para mamíferos, foi também mencionada a alta toxicidade para a fauna aquática e insetos polinizadores, com a consequente acumulação nas cadeias alimentares, afetando vários organismos (16).

Os documentos analisados referem ainda os possíveis efeitos sobre a saúde humana como toxicidade aguda e crónica, exposição múltipla a xenobióticos de diferentes origens, fenómenos alérgicos e sensibilizantes, como desreguladores endócrinos (3,11,21). A preocupação com a salvaguarda dos operadores, apesar do risco inerente ao manuseio de produtos químicos, transmite o perigo de exposição humana a estes compostos (4,25,28).

A contaminação de solos e águas foi uma questão enfatizada em vários documentos (4,5,9,11,17–19).

Os tratamentos adulticidas foram ainda considerados modestamente eficazes e cuja utilização deve ser considerada uma fonte de risco para a saúde pública com um impacto não negligenciável e deve, portanto, ser gerida de forma prudente e eficaz (3,4). Um documento levantou ainda a preocupação sobre o impacto do escoamento de focos de criação (pequenas poças e lagos) no *habitat* (27).

Nenhum dos estudos revistos neste trabalho discute detalhadamente o impacto das medidas de controlo, evidenciando a necessidade de pesquisas adicionais para compreender plenamente as consequências não intencionais dessas intervenções.

3.4.2. Resistências

As resistências observadas na população de *Aedes* são um problema crescente que afeta a eficácia das estratégias de controlo de mosquitos. Muitos documentos associam o desenvolvimento de resistências a uma consequência ou desvantagem da utilização de métodos de controlo químicos (3,4,9,19,21).

Um ponto referido ao longo de vários documentos foi a importância da monitorização sistemática das resistências (2,7,21). A verificação regular da sensibilidade aos principais princípios ativos auxilia na prevenção do estabelecimento da resistência (21). Determinados fatores como a frequência, dose, persistência do tratamento aplicado ou a taxa reprodutiva e isolamento da população de mosquitos influenciam o desenvolvimento de resistências (3,4,19,21).

No documento emitido pela CONOPS foi referida a resistência ao diflubenzuron, na França foi referido o aumento da resistência à deltametrina e ambos sublinham a necessidade de programas de gestão de inseticidas (17,19). A resistência aos piretroides em zonas de uso intensivo foi também registada (2,16).

O controlo de mosquitos não deve depender do uso de adulticidas, pelo que é recomendado um controlo integrado que evite o seu uso além do necessário (2,3,9,19,21). A gestão da resistência foi um ponto muito abordado, sendo sugeridas medidas como a diversificação e rotatividade dos inseticidas utilizados, e a utilização de métodos de controlo biológico e físicos (21,25).

Dois dos documentos incluídos não fazem referência às resistências, mas referem a importância da sua inclusão no desenvolvimento de futuros guias (1,22). Foi ainda mencionada a necessidade de investimento em pesquisa e desenvolvimento de novos inseticidas (2,28).

Apenas um artigo faz menção às resistências, admitindo a carência de conhecimento sobre a resistência aos inseticidas (56).

3.5. Papel da população

Além dos protocolos implementados pelas entidades competentes, o papel da população é crucial para o controlo de vetores e para a prevenção do contacto vetor-hospedeiro, influenciando diretamente a cadeia de transmissão e contribuindo para a redução das doenças causadas por espécies invasivas de mosquitos.

As orientações para a população foram divididas em educação e sensibilização, medidas de proteção pessoal, uso de repelentes e gestão de áreas privadas (Tabela 4).

As campanhas de sensibilização incluíam uso de canais como televisão, rádio, redes sociais e *websites*, a distribuição de folhetos, cartazes e a realização de atividades pedagógicas nas escolas e na comunidade local (16,17,20,23,26,30,34,35,39–42). A informação transmitida por estes meios promovia a eliminação de criadouros, adoção de práticas de autoproteção, consciencialização da população e informações de saúde para viajantes (17,26,31).

A utilização de repelentes foi recomendada em múltiplos documentos, sendo o DEET (30% NN, dietil-m-toluamida) o mais referido, seguido da Icaridina, Citriodiol (óleo de *Eucalyptus citriodora*) e IR3535 (17,23,25,27,30–32,35,40,42,43). A utilização indicada é tópica, aliada ao tratamento de roupas com permetrina (17,35).

Como medidas de proteção pessoal foi aconselhado o uso de roupas adequadas e instalação de barreiras físicas como redes mosquiteiras, ventoinhas ou ar condicionados para impedir a entrada em espaços fechados (17,20,27,30,32,40,42,43).

Em linha com os métodos de controlo físicos, a gestão de áreas privadas, foi aconselhado em praticamente todos os documentos e guias europeus analisados. A eliminação de águas estagnadas teve particular destaque como a principal medida a

implementar pela população e a de maior impacto na redução da população de mosquitos. Desde o descarte adequado de lixo e acondicionamento de pneus à limpeza e esvaziamento de recipientes, vasos, piscinas e bebedouros (27,32,40,41). A ordem máxima a implementar pelos proprietários nas suas propriedades é impedir a formação de criadouros e eliminar os criadouros presentes(16,25,27,28,30,31,40,43). A remoção de áreas de risco como arbustos, folhagens e erva alta foi também recomendado. Dois documentos incentivam ainda à conservação de predadores naturais(27,40).

Tabela 4 - Orientações para a população encontradas nos documentos (verde) e nos artigos (azul)

Autor/País/ Referência	Educação e sensibilização	Proteção pessoal	Uso de repelentes	Gestão de áreas privadas
FLI (ALE)(25)				.
BMG, FLI (ALE)(22)		.		.
Brodsko-posavska županija - Službeni vjesnik (CR)(20)	.			.
PHE (EN)(27)		.	.	.
PHE (EN)(26)(26)	.			.
MS (ES)(30)
DGS (FR)(24)
CNEV (FR)(14)	.			.
COVARS (FR)(31)
Υπουργείο Υγείας (GR)(32))
LIFE CONOPS(GR-IT)(33)	.			.
CCM (IT)(34)	.			.
Sistema Socio Sanitario Regione Lombardia (IT)(19)				.
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(17)
Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna (IT)(18)				
MS (IT)(35)	.		.	.
Ministarstvo zdravlja (MON)(23)
L&N-NVWA (NL)(28)				.
DGS (PT)(36)				
DGS (PT)(37)				
SRAS (PT)(16)	.			.
OFEV (SW)(39)	.			
WHO(9)				
WHO Regional Office for Europe(40)

WHO Regional Office for Europe(41)	.			.
WHO Regional Office for Europe(42)
WHO Regional Office for Europe(43)		.	.	.
World Health Organization(21)				
Autor/Referência	Educação e sensibilização	Proteção pessoal	Uso de repelentes	Gestão de áreas privadas
Canali et al., 2017 (44)	.			.
Guzzetta et al. 2017 (54)	.			
Stefopoulou et al., 2018(54)				.
Mari Bueno & Quero de Lera et al.,2014.(45)	.			
Santos-sanz et al., 2014(55)				
Angelini et al., 2014 (51)	.			
De Salazar et al., 2018 (56)	.			
Caputo et al., 2023(53)	.			
Becker et al., 2022 (47)				.
Vasquez et al., 2023(48)	.			
(Miranda et al., 2022)(49)				
Bakran-Lebl et al., 2022 (50)				

Nota: Os espaços sem ponto indicam a ausência de informação no documento ou artigo.

Legenda: ALE (Alemanha), CR (Croácia), EN (Reino Unido), ES (Espanha), FR (França), GR (Grécia), IT(Itália), MON (Montenegro), NL (Países Baixos), PT (Portugal), SW (Suíça)

Relativamente aos artigos analisados, representados a azul na Tabela 4, a referência à utilização do apoio da população nas estratégias de controlo foi comum, sendo que três deles consistem em avaliações de custo e de método desta participação(45,48,51,53,56).

Na região de Emilia-Romagna, houve uma diminuição significativa (cerca de 25%) nos gastos com a divulgação de informações aos cidadãos sobre o controlo de mosquitos, que incluíam a distribuição de 'kits' anti larvares, materiais informativos e inspeções em áreas privadas, representaram apenas 9-10% do total das despesas entre 2009 e 2011 (44).

Uma campanha de intervenção porta a porta na cidade de Ludwigshafen com entrevistas aos residentes e desinfestação dos criadouros com Bti realizou 1169 horas de inspeções domiciliares com uma média de 26 minutos e um custo de 7,70 € por residência. O mesmo comparativo na cidade de Freiburg incluía a participação comunitária apenas com

a distribuição de pastilhas de Bti e folhetos informativos, com o custo estimado de 5,37 € por propriedade para uma única aplicação no início da temporada(47).

As visitas domiciliares na Grécia demonstraram que uma única inspeção por um especialista pode mudar o comportamento dos moradores relativamente à redução de fontes de criadouros de mosquitos, com uma redução de 71% no grupo experimental comparativamente com uma redução de 54% no grupo de controlo. Este estudo demonstrou ainda um baixo nível de conhecimento entre os cidadãos sobre a importância de “água parada” como *habitat* para mosquitos, com apenas 18,6% cientes desse fato (54).

Apesar disso, intervenções educacionais baseadas apenas em material impresso revelaram não ser suficientes para aumentar a participação da comunidade, concluindo que os recursos financeiros podem ser mais eficazes se investidos noutras estratégias (47,54). Ao contrário do enfatizado nos documentos e guias, os artigos discordam da utilização de campanhas de sensibilização da população, sendo raramente uma estratégia economicamente viável, alcançando melhores resultados com a presença de especialistas (57).

3.6. Fronteiras

A gestão de fronteiras é um ponto essencial para evitar a introdução e disseminação de doenças transmitidas por mosquitos e em particular para uma Europa conectada e de livre circulação (23–26,30,33,37,39).

Estas ações incluem vigilância rigorosa, desinfestação, e colaboração internacional, com atenção especial a locais e produtos de alto risco(16,21,24,26,35,37,40–43).

Conforme as recomendações do Regulamento Sanitário Internacional, programas de controlo de vetores devem ser implementados em portos, aeroportos e pontos de passagem terrestres, assegurando zonas livres de vetores num raio de 400 metros(24,35,37,40).

A vigilância e o controlo de vetores variam conforme o contexto local de cada ponto de entrada. É crucial desenhar medidas de vigilância e controlo adaptadas às características e riscos locais de importação e exportação de vetores.

Os guias e documentos recomendam a vigilância entomológica das fronteiras, com o uso de Ovitrap ou armadilhas para mosquitos adultos(24,26,33).

Os principais locais de foco relatados foram os aeroportos, autoestradas, contentores na costa atlântica, marinas, depósitos de pneus importados e plantas específicas, como *lucky-bamboo*. As medidas recomendadas e adotadas incluem a proibição ou restrição de importação de mercadorias de alto risco, implementação de quarentenas, inspeção de mercadorias no destino e criação de zonas de desinfecção para controlo de vetores (25,41). A desinfestação de aeronaves com permetrina e d-fenotrina foi destacada(31,35).

A modificação das condições de transporte de bens para reduzir a presença ou sobrevivência de estágios de desenvolvimento de mosquitos poderá permitir a importação de bens de alto risco(41).

Nenhum dos artigos analisados têm como principal objeto de estudo a vigilância entomológica e controlo de *Aedes* nas fronteiras. No entanto, um estudo foi motivado pela reintrodução de *Aedes aegypti* perto do aeroporto e porto de Larnaca e pela deteção de *Aedes albopictus* perto da marina e do antigo porto da área de Limassol, no Chipre. Isto salienta a importância das medidas de vigilância em países cuja população de *Aedes* não se encontra estabelecida e, é introduzida a partir de regiões vizinhas, como observado no Chipre(48).

3.7. IVM (integrated vector management)

A gestão de vetores vai além da simples vigilância entomológica e controlo; requer uma coordenação organizacional e a integração de diversas especialidades. A abordagem mais eficaz é a Gestão Integrada de Vetores (IVM), onde todas as partes estão interligadas. O conceito de IVM, proposto pela OMS em 2004, visa controlar e gerir as populações de mosquitos transmissores de doenças, como o *Aedes*, através da tomada de decisões baseadas em evidências, abordagens integradas, colaboração entre setores, mobilização social, legislação e capacitação(40,41,44).

A decisão baseada em evidências é crucial para o desenvolvimento de planos eficazes, como demonstrado por estudos realizados na Europa que avaliam a eficácia e o custo-benefício dos métodos de vigilância e controlo. A abordagem integrada combina

métodos físicos, químicos e biológicos com a participação comunitária, visando maximizar os benefícios no controlo de doenças enquanto minimiza impactos negativos e promove uma abordagem economicamente viável(19,41).

A IVM encontra-se incluída na abordagem One Health que reconhece a interconexão entre a saúde humana, a saúde animal e o meio ambiente. Esta abordagem requer colaboração entre várias organizações internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), entre outras, bem como a participação de múltiplos setores, incluindo saúde pública, entomologia e agricultura(23,30,40).

Porém, para facilitar a coordenação entre países e a gestão eficiente de dados foi sublinhada a importância da adoção de métodos padronizados para vigilância, avaliação de risco, controlo de vetores, deteção de casos e resposta a surtos(42).

Nos guias e documentos analisados, foi comum a capacitação das autoridades locais para a desinfestação, enquanto as entidades de saúde nacionais focavam os esforços nas atividades de vigilância, planeamento e comunicação. A falta de recursos humanos e consequente subcontratação de empresas privadas pelas autoridades regionais para desenvolvimento de ações de controlo foi recorrente(17,35,39).

A maioria dos documentos e guias analisados não especifica concretamente o IVM, no entanto, descrevem várias abordagens consistentes com o conceito de gestão integrada (9,25,26,29,32,33,37,43).

Os artigos analisados, apesar de não terem como objeto de estudo o IVM, avaliam a utilização de múltiplos métodos de controlo como partes de um plano na sua totalidade, procedimentos coerentes com gestão integrada (44,47,51)(45,48,54–56).

Um exemplo de IVM foi o sistema implementado na região de Emilia-Romagna entre 2008–2014 que incluiu ações imediatas num raio de 100–300 metros de um caso confirmado ou suspeito, com tratamentos adulticidas, larvicidas e remoção de focos larvais. A Região Emilia-Romagna financiou as atividades com 1 milhão de euros anuais, garantindo uma resposta eficaz e sustentável, que impediu a transmissão autóctone desde 2007(51).

3.8. Novas descobertas

A necessidade de inovação nas técnicas de vigilância e em particular nos métodos de controlo foi destacada em múltiplos guias e documentos de orientação europeus apesar de não ser referido nenhum avanço em concreto(17,33,39).

Apenas o guia suíço admite a utilização de novos métodos de monitorização de arbovírus em avaliação e poderão integrar no programa de vigilância. Um desses métodos envolve a deteção de espécies invasoras em amostras de água utilizando DNA ambiental (eDNA), o outro envolve o uso de papéis de filtro que atraem mosquitos e preservam os agentes patogénicos que regurgitam(39).

Na melhor das hipóteses, a deteção de *Aedes* em eDNA pode ser um complemento útil para a deteção precoce de espécies exóticas.

Um artigo sobre a utilização da técnica de SIT numa abordagem integrada sugere ainda a utilização de métodos de genética modernos, como a edição de genes específica com CRISPR/Cas9, para ampliar o conjunto de ferramentas atualmente disponível. A edição de genes mediada por Cas9 pode ser uma plataforma eficiente para estratégias que introduzam genes de supressão e bloqueio de agentes patogénicos em populações selvagens de mosquitos(47).

Ainda assim, vale destacar que muitos guias e documentos de orientação consideraram as técnicas de SIT e *Wolbachia* como novos desenvolvimentos, uma vez que não estão incluídas nos atuais planos de controlo de vetores *Aedes*(34).

4. Discussão

A diversidade encontrada nos programas de vigilância e controlo tem uma correlação direta com o nível de risco apresentado pelos diferentes países. Regiões como o sul da Europa apresentam planos elaborados de controlo, para fazer face à constante ameaça de uma população de mosquitos *Aedes* estabelecida. Por outro lado, o norte da Europa apresenta um foco distinto na vigilância com particular destaque ao nível das fronteiras.

A vigilância entomológica abrange várias fases da vida dos mosquitos. As armadilhas de ovos foram amplamente recomendadas, sendo eficazes para monitorização de populações e deteção de novas colonizações. No entanto, exigem acompanhamento constante e, assim como a vigilância de estados larvares, não refletem a população adulta, devendo ser complementada pela captura de mosquitos adultos.

A combinação de ferramentas de vigilância tradicionais, com a participação da comunidade em instrumentos de vigilância passiva poderá aumentar as hipóteses de deteção precoce destas espécies (46,48). Apesar de vários guias e artigos analisados não abordarem a inovação nas estratégias de vigilância, é sugerida a adoção de tecnologias como drones e sensores remotos para reduzir os custos, sem comprometer a precisão dos dados.

Servindo a vigilância para avaliação da propagação e da magnitude da instalação do vetor, esta condiciona a implementação de medidas de controlo proporcionais ao risco avaliado.

A redução de criadouros é o *gold standard* das medidas de controlo, mas enfrenta desafios devido à falta de consciencialização pública. Por sua vez, o uso de larvicidas biológicos é crescente, devido à baixa toxicidade, eficácia comprovada e aplicação versátil. Ainda assim, o uso excessivo poderá levar ao desenvolvimento de resistências e o impacto da sua aplicação a larga escala requer estudos adicionais.

A utilização de adulticidas foi desaconselhada, sendo considerada uma fonte de risco para a saúde pública com um impacto não negligenciável e deve, portanto, ser reservada para emergências.

O desenvolvimento de técnicas de bioengenharia como SIT e método de Wolbachia poderá ser a solução para a utilização de inseticidas. Contudo, a legislação europeia ainda não permite a sua aplicação e a sua eficácia depende da redução máxima da população de *Aedes* através de iniciativas anteriores.

Paralelamente, a participação ativa da comunidade, quer ao nível da vigilância passiva, quer ao nível do controlo, é crucial para o sucesso das medidas preventivas, tendo sido reforçada nos documentos e guias analisados. Não obstante, os artigos em estudo não corroboram completamente esta medida, sendo considerada trabalhosa e raramente economicamente viável. As mensagens educativas transmitidas são muitas vezes ignoradas pela população e a inspeção das residências com especialistas mostrou-se mais eficaz. A utilização de inspeções domiciliares, apesar de dispendiosas, oferecem maior confiabilidade e precisão em comparação com a alternativa(45,54).

A gestão dos vetores deve ser observada na totalidade, com abordagens integradas, colaboração entre setores, mobilização social, legislação e capacitação com o objetivo de maximizar os benefícios no controlo de doenças enquanto minimiza impactos negativos e promove uma abordagem economicamente viável (19,41).

O sistema implementado na região de Emilia-Romagna comprova que a utilização de um plano integrado permite o controlo da transmissão mesmo com a espécie transmissora estabelecida e com a importação constante de casos.

A falta de um plano uniforme e coordenação centralizada leva a uma conduta desorganizada e à dependência de empresas privadas. Isso resulta na falta de controlo de qualidade das intervenções, o que aumenta o risco de surtos e cria uma falsa aparência de sucesso. A recolha de dados de vigilância combinada com a monitorização da efetividade das intervenções permite uma resposta adaptativa e eficaz face às variações na densidade, distribuição e sazonalidade típica da população de *Aedes*(26).

Apesar dos esforços evidentes por parte dos diferentes países da Europa, a ausência de protocolos de vigilância e controlo uniformes, dificulta a comparação de dados, em parte pela falta de financiamento e autonomia das autoridades regionais e pela falta de pessoal técnico especializado num tema que é ainda relativamente recente na Europa(17,42).

5. Conclusão

Apesar do conhecimento disponível, as medidas adotadas não surtem o devido efeito. Este facto é verificado pela propagação de mosquitos *Aedes* em novas regiões da Europa e a constante importação de novos casos de doença.

As condições necessárias ao desenvolvimento de um surto estão presentes no sul da Europa, sendo as redes internacionais de monitorização entomológica a chave para uma prevenção e controlo precoces e atempados.

A perceção europeia dos mosquitos sofreu uma alteração significativa. Anteriormente dados como um incómodo ou transtorno, são agora vistos como um risco para a saúde pública. A falta de pessoal especializado, limitações financeiras e condições socioeconómicas subótimas são as principais barreiras a ultrapassar.

A erradicação bem-sucedida em áreas continentais no passado, somada aos desenvolvimentos tecnológicos atuais, indica que o processo é desafiante, mas viável sob condições ambientais e geopolíticas específicas. Além disso, é incentivada a implementação de planos de gestão seguros para o meio ambiente, que visam a supressão e possivelmente a erradicação. Ao mesmo tempo, ecoa um apelo à ação na Europa, para apoiar a cooperação entre os países, melhorar as suas capacidades de deteção nos pontos de entrada e percecionar estas incursões como uma ameaça regional europeia.

Anexos

Anexo 1- Lista de documentos incluidos

1. FLI. Aedes albopictus in Deutschland Handlungsbedarf und -optionen im Umgang mit der Asiatischen Tigermücke. 2016.
2. FLI B. Vektorübertragbare Krankheiten in Deutschland: Mapping der Akteure und Strukturen. Bericht |; 2022.
3. Brodsko-posavska županija – Službeni vjesnik. Program mjera suzbijanja patogenih mikroorganizama, štetnih člankonožaca (arthropoda) i štetnih glodavaca čije je planirano, organizirano i sustavno suzbijanje mjerama dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije od javnozdravstvene važnosti za Brodsko-posavsku županiju u 2023. godini [Internet]. 2023 [cited 2024 May 29]. Available from: (Programa de erradicação de microrganismos patogênicos, artrópodes nocivos (arthropodes) e roedores nocivos cuja supressão planejada, organizada e sistemática por meio de medidas de desinfecção, desinsetização e desratização de importância para a saúde pública para o condado de Brod-Posavina em 2023)
4. PHE. Management of invasive species of mosquitoes. London; 2021.
5. PHE. National contingency plan for invasive mosquitoes: detection of incursions [Internet]. London; 2020. Available from: www.facebook.com/PublicHealthEngland
6. Ministerio de Sanidad. Plan nacional de prevención, vigilancia y control de las enfermedades transmitidas por vectores. Parte I. Enfermedades transmitidas por Aedes. 2023.
7. DGS. Mise en place des programmes de surveillance et de contrôle des vecteurs au niveau des points d'entrée. 2014.
8. COVARs. Avis du Comité de Veille et d'Anticipation des Risques Sanitaires sur les risques sanitaires de la dengue et autres arboviroses à Aedes en lien avec le changement climatique. 2023.
9. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ. Προγράμματα καταπολέμησης των κουνουπιών, σχέδιο δράσης, σχετική ενημέρωση και προφύλαξη του κοινού για το έτος 2020 (Programas de controle de mosquitos, plano de ação, informações relevantes e prevenção do público para o ano 2020). Atenas; 2020.
10. LIFE CONOPS. Final Report covering the project activities from 01/07/2013 to 30/11/2018 [Internet]. 2019. Available from: www.conops.gr
11. CCM. Indicazioni per la stesura del piano comunale di gestione delle zanzare. Emilia-Romagna; 2019.
12. Sistema Socio Sanitario Regione Lombardia. Linee guida per la lotta integrata alle zanzare. Lombardia; 2020.
13. Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna. Zanzare e altri insetti: impara a difenderti. Linee guida per gli operatori dell'Emilia-Romagna. 2022.
14. Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna. Zanzare e altri insetti: impara a difenderti. Linee guida per il corretto utilizzo dei trattamenti adulticidi contro le zanzare. 2022.

15. MS. Piano Nacional de Prevenção, sorveglianza e resposta a arbovirose 2020-2025. Rome; 2019.
16. Ministarstvo zdravlja. Program za nadzor i kontrolu vektora 2023-2025. 2023.
17. NVWA. Vondst exotische mug: Wat nu? 2014.
18. DGS. Estratégia: plano nacional de prevenção e controlo de doenças transmitidas por vetores. Lisboa; 2016.
19. DGS. ZIKA: Plano nacional de prevenção e controlo de doenças transmitidas por vetores [Internet]. Lisboa; 2016. Available from: <https://www.dgs.pt/>
20. SRAS. Plano de ação para dengue. Madeira; 2013.
21. OFEV. Coordination du contrôle et de la lutte contre le moustique tigre asiatique et d'autres moustiques exotiques invasifs présents en Suisse. Bern; 2019.
22. WHO. Global vector control response 2017-2030. Geneva; 2017.
23. WHO Regional Office for Europe. Training curriculum on invasive mosquitoes and (re-)emerging vector-borne diseases in the WHO European Region. Copenhagen; 2016.
24. WHO. Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014-2020. World Health Organization, Regional Office for Europe; 2013. 18 p.
25. WHO Regional Office for Europe, EMCA. Guidelines for the control of mosquitoes of public health importance in Europe. Copenhagen; 2013.
26. WHO Regional Office for Europe. Manual on prevention of establishment and control of mosquitoes of public health importance in the WHO European Region (with special reference to invasive mosquitoes) [Internet]. Copenhagen; 2019. Available from: <http://www.euro.who.int/pubrequest>
27. WHO. Vector Surveillance and Control at Ports, Airports, and Ground Crossings. 2016.
28. CNEV. Guide à l'attention des collectivités souhaitant mettre en œuvre une lutte contre les moustiques urbains vecteurs de dengue, de chikungunya et de Zika [Internet]. 2016. Available from: www.cnev.fr/images/guide_aedes_collectivites.pdf
29. DGS. Intervenção intersectorial para a prevenção e controlo de mosquitos invasores do género Aedes. Lisboa – Portugal; 2024.

~

Referências Bibliográficas

1. Giunti G, Becker N, Benelli G. Invasive mosquito vectors in Europe: From bioecology to surveillance and management. Vol. 239, *Acta Tropica*. Elsevier B.V.; 2023.
2. Pereira Cabral B, da Graça Derengowski Fonseca M, Mota FB. Long term prevention and vector control of arboviral diseases: What does the future hold? *International Journal of Infectious Diseases*. 2019 Dec 1;89:169–74.
3. Emmanouil M, Evangelidou M, Papa A, Mentis A. Importation of dengue, Zika and chikungunya infections in Europe: the current situation in Greece. Vol. 35, *New Microbes and New Infections*. Elsevier Ltd; 2020.
4. Achee NL, Grieco JP, Vatandoost H, Seixas G, Pinto J, Ching–Ng L, et al. Alternative strategies for mosquito–borne arbovirus control. Vol. 13, *PLoS Neglected Tropical Diseases*. Public Library of Science; 2019.
5. Bellini R, Michaelakis A, Petrić D, Schaffner F, Alten B, Angelini P, et al. Practical management plan for invasive mosquito species in Europe: I. Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*). *Travel Med Infect Dis*. 2020;35(March 2019).
6. Di Luca M, Toma L, Severini F, Boccolini D, D'Avola S, Todaro D, et al. First record of the invasive mosquito species *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Diptera: Culicidae) on the southernmost Mediterranean islands of Italy and Europe. *Parasit Vectors*. 2017 Nov 2;10(1).
7. Horstick O, Boyce R, Runge–Ranzinger S. Building the evidence base for dengue vector control: searching for certainty in an uncertain world. Vol. 112, *Pathogens and Global Health*. Taylor and Francis Ltd.; 2018. p. 395–403.

8. Wilder-Smith A, Tissera H, AbuBakar S, Kittayapong P, Logan J, Neumayr A, et al. Novel tools for the surveillance and control of dengue: findings by the dengueTools research consortium. Vol. 11, Global Health Action. Taylor and Francis Ltd.; 2018.
9. WHO. Global vector control response 2017–2030. Geneva; 2017.
10. Buhler C, Winkler V, Runge-Ranzinger S, Boyce R, Horstick O. Environmental methods for dengue vector control – A systematic review and meta-analysis. Vol. 13, PLoS Neglected Tropical Diseases. Public Library of Science; 2019.
11. Baldacchino F, Caputo B, Chandre F, Drago A, Della Torre A, Montarsi F, et al. Control methods against invasive Aedes mosquitoes in Europe: a review.
12. GUIDANCE FRAMEWORK FOR TESTING GENETICALLY MODIFIED MOSQUITOES Second edition.
13. Benelli G, Jeffries CL, Walker T. Biological control of mosquito vectors: Past, present, and future. Vol. 7, Insects. MDPI AG; 2016.
14. Almeida L, Duprez M, Privat Y, Vauchelet N. Mosquito population control strategies for fighting against arboviruses. Mathematical Biosciences and Engineering. 2019;16(6):6274–97.
15. Benelli G. Research in mosquito control: current challenges for a brighter future. 2015;2801–5.
16. SRAS. Plano de ação para dengue. Madeira; 2013.
17. Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna. Zanzare e altri insetti: impara a difenderti. Linee guida per gli operatori dell'Emilia-Romagna. 2022.

18. Servizio Sanatorio Regionale Emilia-Romagna. Zanzare e altri insetti: impara a difenderti. Linee guida per il corretto utilizzo dei trattamenti adulticidi contro le zanzare. 2022.
19. Sistema Socio Sanitario Regione Lombardia. Linee guida per la lotta integrata alle zanzare. Lombardia; 2020.
20. Brodsko-posavska županija – Službeni vjesnik. Program mjera suzbijanja patogenih mikroorganizama, štetnih člankonožaca (arthropoda) i štetnih glodavaca čije je planirano, organizirano i sustavno suzbijanje mjerama dezinfekcije, dezinsekcije i deratizacije od javnozdravstvene važnosti za Brodsko-posavsku županiju u 2023. godini [Internet]. 2023 [cited 2024 May 29]. Available from: (Programa de erradicação de microrganismos patogênicos, artrópodes nocivos (artrópodes) e roedores nocivos cuja supressão planejada, organizada e sistemática por meio de medidas de desinfecção, desinsetização e desratização de importância para a saúde pública para o condado de Brod-Posavina em 2023)
21. WHO. Vector Surveillance and Control at Ports, Airports, and Ground Crossings. 2016.
22. FLI B. Vektorübertragbare Krankheiten in Deutschland: Mapping der Akteure und Strukturen. Bericht |; 2022.
23. Ministarstvo zdravlja. Program za nadzor i kontrolu vektora 2023–2025. 2023.
24. DGS. Mise en place des programmes de surveillance et de contrôle des vecteurs au niveau des points d'entrée. 2014.
25. FLI. Aedes albopictus in Deutschland Handlungsbedarf und -optionen im Umgang mit der Asiatischen Tigermücke. 2016.

26. PHE. National contingency plan for invasive mosquitoes: detection of incursions [Internet]. London; 2020. Available from: www.facebook.com/PublicHealthEngland
27. PHE. Management of invasive species of mosquitoes. London; 2021.
28. NVWA. Vondst exotische mug: Wat nu? 2014.
29. CNEV. Guide à l'attention des collectivités souhaitant mettre en œuvre une lutte contre les moustiques urbains vecteurs de dengue, de chikungunya et de Zika [Internet]. 2016. Available from: www.cnev.fr/images/guide_aedes_collectivites.pdf
30. Ministerio de Sanidad. Plan nacional de prevención, vigilancia y control de las enfermedades transmitidas por vectores. Parte I. Enfermedades transmitidas por Aedes. 2023.
31. COVARS. Avis du Comité de Veille et d'Anticipation des Risques Sanitaires sur les risques sanitaires de la dengue et autres arboviroses à Aedes en lien avec le changement climatique. 2023.
32. ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΥΓΕΙΑΣ. Προγράμματα καταπολέμησης των κουνουπιών, σχέδιο δράσης, σχετική ενημέρωση και προφύλαξη του κοινού για το έτος 2020 (Programas de controle de mosquitos, plano de ação, informações relevantes e prevenção do público para o ano 2020). Atenas; 2020.
33. LIFE CONOPS. Final Report covering the project activities from 01/07/2013 to 30/11/2018 [Internet]. 2019. Available from: www.conops.gr
34. CCM. Indicazioni per la stesura del piano comunale di gestione delle zanzare. Emilia-Romagna; 2019.

35. MS. Piano Nacional de Prevenção, sorveglianza e resposta a arbovirose 2020–2025. Rome; 2019.
36. DGS. Estratégia: plano nacional de prevenção e controlo de doenças transmitidas por vetores. Lisboa; 2016.
37. DGS. ZIKA: Plano nacional de prevenção e controlo de doenças transmitidas por vetores [Internet]. Lisboa; 2016. Available from: <https://www.dgs.pt/>
38. DGS. Intervenção intersectorial para a prevenção e controlo de mosquitos invasores do género Aedes. Lisboa – Portugal; 2024.
39. OFEV. Coordination du contrôle et de la lutte contre le moustique tigre asiatique et d'autres moustiques exotiques invasifs présents en Suisse. Bern; 2019.
40. WHO Regional Office for Europe. Training curriculum on invasive mosquitoes and (re-)emerging vector-borne diseases in the WHO European Region. Copenhagen; 2016.
41. WHO. Regional framework for surveillance and control of invasive mosquito vectors and re-emerging vector-borne diseases 2014–2020. World Health Organization, Regional Office for Europe; 2013. 18 p.
42. WHO Regional Office for Europe, EMCA. Guidelines for the control of mosquitoes of public health importance in Europe. Copenhagen; 2013.
43. WHO Regional Office for Europe. Manual on prevention of establishment and control of mosquitoes of public health importance in the WHO European Region (with special reference to invasive mosquitoes) [Internet]. Copenhagen; 2019. Available from: <http://www.euro.who.int/pubrequest>

44. Canali M, Rivas-Morales S, Beutels P, Venturelli C. The cost of arbovirus disease prevention in Europe: Area-wide integrated control of tiger mosquito, *Aedes albopictus*, in Emilia-Romagna, Northern Italy. *Int J Environ Res Public Health*. 2017;14(4).
45. Mari Bueno R, Quero de Lera F. Bueno y Quero, 2021. Gestion vectorial de los casos de arbovirosis notificados en la ciudad de Valencia. *Rev Esp Salud Publica*. 21AD;95:1–12.
46. Michaelakis A, Balestrino F, Becker N, Bellini R, Caputo B, Torre A, et al. A Case for Systematic Quality Management in Mosquito Control Programmes in Europe. 2021;
47. Becker N, Langentepe-Kong SM, Tokatlian Rodriguez A, Oo TT, Reichle D, Lühken R, et al. Integrated control of *Aedes albopictus* in Southwest Germany supported by the Sterile Insect Technique. *Parasit Vectors* [Internet]. 2022;15(1):1–19. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13071-021-05112-7>
48. Vasquez MI, Notarides G, Meletiou S, Patsoula E, Kavran M, Michaelakis A, et al. Two invasions at once: update on the introduction of the invasive species *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Cyprus " a call for action in Europe. *Parasite*. 2023;30.
49. Miranda MÁ, Barceló C, Arnoldi D, Augsten X, Bakran-Leb K, Balatsos G, et al. AIMSURV: First pan-European harmonized surveillance of *Aedes* invasive mosquito species of relevance for human vector-borne diseases. *GigaByte*. 2022;2022:1–13.
50. Bakran-Lebl K, Pree S, Brenner T, Daroglou E, Eigner B, Griesbacher A, et al. First Nationwide Monitoring Program for the Detection of Potentially Invasive Mosquito Species in Austria. *Insects*. 2022;13(3):1–14.
51. Angelini P, Mattivi A, Cagarelli R, Bellini R, Finarelli AC. La costruzione di un sistema di sorveglianza delle arbovirosi in seguito all'epidemia Chikungunya 2007 in Emilia-Romagna.

Epidemiol Prev [Internet]. 2014;38(6):124–8. Available from: http://www.epiprev.it/materiali/2014/EP2014_I6S2_124.pdf

52. Holcer NJ, Bucić L, Jeličić P, Vilibić-čavlek T, Capak K. The role of mosquito surveillance in monitoring arboviral infections in Croatia. *Infektoloski Glasnik*. 2019;39(1):15–22.
53. Caputo B, Moretti R, Virgillito C, Manica M, Lampazzi E, Lombardi G, et al. A bacterium against the tiger: further evidence of the potential of noninundative releases of males with manipulated *Wolbachia* infection in reducing fertility of *Aedes albopictus* field populations in Italy. *Pest Manag Sci*. 2023;79(9):3167–76.
54. Stefopoulou A, Balatsos G, Petraki A, LaDeau SL, Papachristos D, Michaelakis A. Reducing *Aedes albopictus* breeding sites through education: A study in urban area. *PLoS One*. 2018;13(11):1–19.
55. Santos-sanz S, Sierra-moros MJ, Oliva-iñiguez L, San- A, Suarez-rodriuez B, Amela- FS soria C. POSIBILIDAD DE INTRODUCCIÓN Y CIRCULACIÓN DEL VIRUS DEL DENGUE EN ESPAÑA. 2014;555–67.
56. De Salazar PM, Jané M, Maresma M, Plasencia A. Evaluación del riesgo de transmisión autóctona del virus Zika y otras enfermedades virales emergentes transmitidas por mosquitos en Cataluña. *Gac Sanit*. 2018;32(1):101–5.
57. Guzzetta G, Trentini F, Poletti P, Baldacchino FA, Montarsi F, Capelli G, et al. Effectiveness and economic assessment of routine larviciding for prevention of chikungunya and dengue in temperate urban settings in Europe. *PLoS Negl Trop Dis*. 2017;11(9).