

AVES MIGRATÓRIAS E RISCO DE EMERGÊNCIA DE FLAVIVÍRUS NO ESPÍRITO SANTO: ABORDAGEM ECOEPIDEMIOLÓGICA

Júlia Campero Nimrichter¹, Leandro Egert², Luis Felipe Mayorga², Edson Delatorre³, Maria Aparecida da Silva¹.

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, S/N, Guararema - 29500-000 - Alegre-ES, Brasil, julianimrichter.vet@gmail.com, mvmariaaparecida@gmail.com.

²Instituto de Pesquisa e Reabilitação de Animais Marinhos (IPRAM), Rua Marambaia, 663, Praia dos Recifes – 29125-350 – Vila Velha-ES, Brasil, leandro@ipram-es.org.br, luis@ipram-es.org.br.

³Universidade Federal do Espírito Santo, Avenida Marechal Campos, 1468, Maruípe – 29047-105 – Vitória-ES, Brasil, edsondelatorre@ufes.br

Resumo

O Espírito Santo apresenta condições ecoepidemiológicas favoráveis à circulação do Vírus do Nilo Ocidental (VNO), em razão do intenso fluxo de aves migratórias e da presença de mosquitos do gênero *Culex*. O objetivo deste estudo foi investigar a avifauna migratória no litoral capixaba, identificando espécies potenciais hospedeiras do VNO e caracterizando sua distribuição espaço-temporal. Entre janeiro de 2016 e março de 2023, foram analisados registros de aves provenientes do IPRAM, obtidos a partir do banco de dados interno da instituição e do Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA). No período, foram identificadas 39 espécies, totalizando 642 indivíduos, com predominância da família Laridae (41,74%). A análise temporal demonstrou maior abundância em maio e janeiro, enquanto espacialmente observou-se concentração em áreas estuarinas, zonas úmidas e ambientes costeiros, habitats favoráveis ao desenvolvimento de *Culex*. Os resultados indicam que o período migratório pós-reprodutivo constitui fase crítica para a vigilância integrada de arboviroses, reforçando a necessidade de monitoramento contínuo de aves migratórias e vetores no Espírito Santo.

Palavras-chave: Arboviroses. Vírus do Nilo Ocidental. Zoonoses. Avifauna migratória. Vigilância.

Área do Conhecimento: Ciências da saúde – Medicina Veterinária.

Introdução

O Vírus do Nilo Ocidental (VNO) é um arbovírus transmitido principalmente por mosquitos do gênero *Culex*, agente etiológico da Febre do Nilo Ocidental (FNO). No Brasil, foi detectado pela primeira vez em 2009, por meio de um inquérito soroepidemiológico em equinos. Desde então, a presença de anticorpos contra o VNO e/ou material genético viral tem sido relatada em aves, equídeos e seres humanos (Silva *et al.*, 2021). As aves silvestres foram confirmadas como reservatórios do VNO em 1953, quando o vírus foi isolado de um pombo no Delta do Nilo, sendo atualmente reconhecidas como hospedeiras-reservatório capazes de sustentar a transmissão viral a mosquitos (Sule *et al.*, 2018).

As arboviroses são um grupo de doenças virais transmitidas principalmente por artrópodes, como mosquitos e carrapatos. Essas enfermidades podem causar vários sintomas, desde febre leve até complicações mais sérias, como as apresentações neurológicas, incluindo ataxia e convulsões (Brasil, 2025a; Brasil, 2025b). Os principais vetores das arboviroses são os mosquitos, em particular, os gêneros *Aedes*, *Culex* e *Anopheles* (Brasil, 2025a). Os mosquitos do gênero *Culex*, amplamente distribuídos no Espírito Santo (ES), onde eles têm uma alta adequação ecológica (“suitability”) (Alaniz *et al.*, 2018) apresentam elevada competência vetorial para arbovírus ornitofílicos como o VNO. Sua distribuição em faixas costeiras e ambientes úmidos tropicais (Alaniz *et al.*, 2018) sustenta a hipótese de que o ES, com suas zonas estuarinas e clima úmido litorâneo, possui condições propícias para a presença eficaz desse vetor, reforçando sua relevância no contexto de vigilância arboviral local. Fatores como alterações climáticas, intensificação do comércio internacional, modificações ambientais e a expansão da urbanização têm favorecido o estabelecimento de populações de *Culex* em novas áreas geográficas (Madhav *et al.*, 2024).

A detecção e o monitoramento da circulação do VNO em aves migratórias apresentam grandes desafios metodológicos. Esses animais não podem ser amostrados em larga escala e a coleta de

tecidos geralmente ocorre apenas em indivíduos debilitados ou mortos, o que dificulta a análise da prevalência real de infecção (Ogrzewalska *et al.*, 2022). Embora estudos tenham demonstrado a possibilidade de detecção viral em amostras fecais (Dawson *et al.*, 2007), esse tipo de abordagem ainda é de aplicação restrita na vigilância epidemiológica. Assim, a compreensão do papel das aves migratórias na ecoepidemiologia do VNO depende muitas vezes de dados indiretos, como registros de abundância, sazonalidade e associação com habitats de vetores. Nesse contexto, estudos locais de caracterização da avifauna tornam-se essenciais para subsidiar estratégias de vigilância integrada.

Diante disso, este estudo teve como objetivo investigar a avifauna do Espírito Santo, identificar aves migratórias potenciais hospedeiras do VNO e analisar sua distribuição espaço-temporal, a fim de subsidiar estratégias de vigilância epidemiológica.

Metodologia

O estudo foi desenvolvido em colaboração com o Instituto de Pesquisa e Reabilitação de Animais Marinhos (IPRAM), instituição responsável pelo recebimento, triagem, atendimento e reabilitação de aves provenientes de distintas regiões do estado do Espírito Santo.

A base de dados foi construída a partir de registros secundários fornecidos pelo banco interno do IPRAM, complementados por informações do Sistema de Informação de Monitoramento da Biota Aquática (SIMBA). Foram incluídos todos os registros de aves migratórias recebidas entre janeiro de 2016 e março de 2023, vivas ou mortas, provenientes do litoral capixaba. Foram considerados apenas espécimes migratórios, sendo excluídas aves residentes ou exóticas.

As informações coletadas incluíram identificação taxonômica das espécies, datas de ocorrência, local de procedência e características relacionadas ao ambiente de captura ou resgate das aves. Esses dados foram organizados e sistematizados de modo a permitir a análise da distribuição espaço-temporal das espécies. A classificação taxonômica foi realizada com base em referências ornitológicas atualizadas, garantindo padronização na nomenclatura científica. A análise temporal considerou a frequência de registros ao longo dos meses e anos, enquanto a análise espacial avaliou a distribuição das espécies nas diferentes regiões litorâneas do estado.

Resultados

De acordo com os dados coletado a partir do registro interno do IPRAM e do SIMBA, foram registrados 642 espécimes de aves migratórias distribuídos em 39 espécies, com dominância das famílias Laridae (41,74%) e Sulidae (19,15%), totalizando 60,89% dos registros descritos na Tabela 1. A análise temporal detectou padrão sazonal marcante, com picos de abundância da família Laridae em maio (30 indivíduos) e da família Sulidae em janeiro (19 indivíduos), descritos na Tabela 2. Além disso, a família Procellariidae apresentou maior abundância em outubro (34 indivíduos), enquanto os Ardeídeos tiveram discreto aumento em março (11 indivíduos). Especialmente, a maior concentração de registros (78%) ocorreu em um raio de 50 km ao longo do litoral central, com epicentros nos municípios de Vila Velha, Vitória e Serra, notadamente em áreas estuarinas e costeiras georreferenciadas, como o estuário do Rio Santa Maria ($\approx 20^{\circ}19'S$, $40^{\circ}20'W$) e a Baía de Vitória, ambientes reconhecidamente favoráveis à proliferação de mosquitos do gênero *Culex*.

Embora a espécie *Anas platyrhynchos*, seja reconhecida na literatura como hospedeira moderadamente competente para o VNO, sua baixa frequência na amostra (apenas 1 indivíduo) não permitiu inferências sobre seu papel na ecoepidemiologia do vírus no litoral capixaba. Da mesma forma, outras espécies com potencial implicação, como *Bubulcus ibis* e *Egretta thula*, embora presentes, foram analisadas em conjunto com suas respectivas famílias.

Ressalta-se que, durante o período analisado, não foram registradas mortes em massa ou eventos de morbidade que sugerissem circulação ativa do VNO entre as aves monitoradas. Entretanto, a ausência de dados sorológicos ou moleculares impede descartar a circulação viral silenciosa.

Tabela 1 – Espécies de aves migratórias, suas respectivas famílias e números de indivíduos recebidos pelo Instituto de Pesquisa e Reabilitação de Animais Marinhos (IPRAM) entre 2016 e 2023.

Espécie	Família	Indivíduos
<i>Anas platyrhynchos</i>	Anatidae	1

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

<i>Anous stolidus</i>	Laridae	23
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	31
<i>Ardea cocoi</i>	Ardeidae	1
<i>Ardenna gravis</i>	Procellariidae	5
<i>Ardenna grisea</i>	Procellariidae	4
<i>Arenaria interpres</i>	Scolopacidae	4
<i>Bubulcus ibis</i>	Ardeidae	11
<i>Butorides striata</i>	Ardeidae	5
<i>Calidris alba</i>	Scolopacidae	1
<i>Calonectris borealis</i>	Procellariidae	4
<i>Calonectris diomedea</i>	Procellariidae	7
<i>Charadrius semipalmatus</i>	Charadriidae	1
<i>Egretta thula</i>	Ardeidae	11
<i>Fregata magnificens</i>	Fregatidae	33
<i>Larus cirrocephalus</i>	Laridae	1
<i>Larus dominicanus</i>	Laridae	18
<i>Oceanites oceanicus</i>	Oceanitidae	2
<i>Onychoprion fuscatus</i>	Laridae	1
<i>Pachyptila belcheri</i>	Procellariidae	1
<i>Phaethon aethereus</i>	Phaethontidae	4
<i>Pluvialis squatarola</i>	Charadriidae	1
<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Procellariidae	21
<i>Pterodroma mollis</i>	Procellariidae	4
<i>Puffinus gravis</i>	Procellariidae	1
<i>Puffinus puffinus</i>	Procellariidae	63
<i>Rynchops niger</i>	Laridae	1
<i>Spheniscus magellanicus</i>	Spheniscidae	4
<i>Stercorarius antarcticus</i>	Stercorariidae	1
<i>Stercorarius parasiticus</i>	Stercorariidae	3
<i>Stercorarius pomarinus</i>	Stercorariidae	1
<i>Sterna hirundinacea</i>	Laridae	10
<i>Sterna hirundo</i>	Laridae	85
<i>Sula dactylatra</i>	Sulidae	14
<i>Sula leucogaster</i>	Sulidae	109
<i>Thalassarche chlororhynchos</i>	Diomedidae	17
<i>Thalassarche melanophrys</i>	Diomedidae	9
<i>Thalasseus acutiflavus</i>	Laridae	118
<i>Thalasseus maximus</i>	Laridae	11

Fonte: os autores.

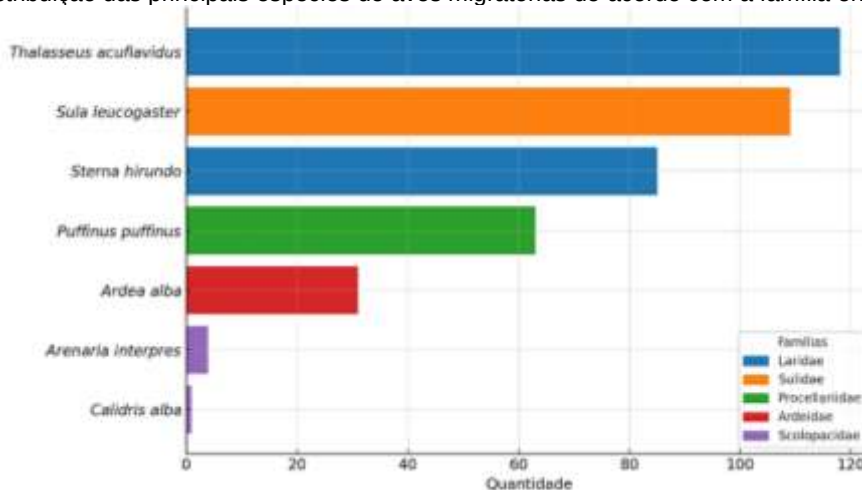
Tabela 2 – Classificação das famílias das aves encontradas no estudo, com a porcentagem de ocorrência, o mês de maior frequência e a quantidade relatada no mês de maior frequência.

Família	Total de aves	%	Frequência	Quantidade
Laridae	268	41,74%	Maio	30
Sulidae	123	19,15%	Janeiro	19
Procellariidae	110	17,13%	Outubro	34
Ardeidae	59	9,19%	Março	11

Fonte: os autores.

O Gráfico 1 representa a distribuição das espécies migratórias de aves registradas no ES, evidenciando diferenças marcantes na abundância relativa entre elas. Observa-se que *Thalasseus acuflavidus* (Laridae) é a espécie mais prevalente, com valores próximos a 118 indivíduos, seguida por *Sula leucogaster* (Sulidae), que também apresentou elevada ocorrência, ultrapassando 109 registros. Em terceiro lugar, destaca-se *Sterna hirundo* (Laridae), com aproximadamente 85 indivíduos. Outras espécies, como *Puffinus puffinus* (Procellariidae) e *Ardea alba* (Ardeidae), apresentaram abundância intermediária, com cerca de 63 e 31 registros, respectivamente. Enquanto as espécies *Arenaria interpres* e *Calidris alba*, ambas pertencentes à família Scolopacidae, foram observadas em menor número.

Gráfico 1 – Distribuição das principais espécies de aves migratórias de acordo com a família encontradas no ES.



Fonte: os autores.

Discussão

A distribuição das espécies registradas no litoral do ES, com predominância de *Thalasseus acuflavidus*, seguida por *Sula leucogaster* e *Sterna hirundo*, sugere cenário ecoepidemiológico em que Laridae e Sulidae concentram a maior biomassa de aves costeiras observadas. Esse padrão é particularmente relevante para o VNO porque, entre os larídeos, existem evidências de infecção natural e soropositividade: em *S. hirundo*, foram detectados anticorpos contra o VNO (Komar *et al.*, 2003), e uma revisão aponta detecção viral e resposta sorológica positiva em Laridae (Hubálek, 2004). Assim, ainda que *T. acuflavidus* não possua registro específico de VNO, a elevada abundância local combinada com a suscetibilidade documentada no grupo (incluindo *Thalasseus sandvicensis*) reforça a prioridade dessa espécie para vigilância direcionada (Hubálek, 2004). Apesar da reconhecida competência de anseriformes como hospedeiros do VNO (Shirafuji *et al.*, 2009), a baixa representatividade de *Anas platyrhynchos* (um único indivíduo) em nossa amostragem não permitiu inferências sobre seu papel na amplificação viral no contexto estudado. Isto ressalta que a abundância relativa é um fator crucial para definir as espécies-sentinela em programas de vigilância local, mesmo quando a suscetibilidade individual é conhecida.

A presença intermediária de *Ardea alba* no conjunto amostral dialoga com a literatura sobre ardeídeos e VNO. O trabalho de Reisen *et al.* (2009), cita colônias mistas na Califórnia em que se observou infecção repetida em filhotes, com elevada suscetibilidade em ardeídeos e relevância local para manutenção do ciclo viral, embora sem evidência de atuarem como focos iniciais de amplificação quando comparadas a áreas urbanas e úmidas. Esse resultado ajuda a qualificar a interpretação para o Espírito Santo, *A. alba* pode contribuir para a persistência local do VNO em ambientes aquáticos, mas, isoladamente, não explicaria detecção precoce em escala regional.

Para *Sula leucogaster*, a alta ocorrência no estudo é ecoepidemiologicamente importante principalmente devido à sua abundância e sobreposição espacial com espécies comprovadamente susceptíveis, como os larídeos. Apesar da ausência de relatos de infecção natural ou experimental por VNO, a espécie foi alvo de triagem em investigações de mortalidade de aves aquáticas na Américas do Norte, ainda que sem confirmações positivas (Nemeth *et al.*, 2007). Esse histórico de

monitoramento, somado à sua numerosa presença no Espírito Santo, sustenta a inclusão do atobá-pardo em estratégias de vigilância sentinela, especialmente em pontos de agregação costeira, onde poderia atuar mais como um indicador de circulação viral em ambientes compartilhados do que como um hospedeiro amplificador primário. Entre os limícolos, *Arenaria interpres* e *Calidris alba* foram pouco abundantes nos registros. Na literatura, são consideradas potenciais hospedeiras em avaliações epidemiológicas europeias, com ênfase em aves migratórias costeiras como elo de risco para introdução do VNO (Calistri *et al.*, 2010). A baixa frequência relativa observada no Espírito Santo não invalida seu papel potencial, mas sugere que eventos de risco associados a estas espécies podem ser pontuais e sazonais, dependentes de janelas migratórias e da conectividade com rotas intercontinentais, justificando um monitoramento oportunístico.

Do ponto de vista ambiental, dois eixos da revisão são particularmente informativos para interpretar o risco no ES. Primeiro, a temperatura: na Itália, a detecção mais precoce do vírus e o aumento do risco humano até oito vezes em 2018 foram associados a primaveras anormalmente quentes, reforçando que anomalias térmicas podem potencializar a circulação do VNO (Marini *et al.*, 2020). Em um litoral tropical/subtropical como no ES, variações de temperatura intra-anual e ondas de calor podem, portanto, modular a competência vetorial e a janela de transmissão, sobretudo em áreas com alta densidade de Laridae. Segundo pesquisa com a poluição luminosa artificial noturna em aves sentinelas na Flórida, o risco de soropositividade mostrou relação não linear com a intensidade luminosa, sendo mais elevado em baixos níveis de luz e superando variáveis urbanas clássicas (Kernbach *et al.*, 2021). Trechos costeiros do ES, com baixa a moderada iluminação, comuns fora de centros urbanos denso, podem configurar cenário de risco quando coincidem com agregações de aves e presença de vetores.

Os locais onde as aves foram encontradas são favoráveis para a manutenção de populações de mosquitos do gênero *Culex*, ocorrência se relaciona ao fato de que a infestação desses vetores é intensificada pela presença de água acumulada e por temperaturas elevadas, fatores que também explicam sua abundância em áreas urbanas densamente povoadas, principalmente em regiões com ocupação desordenada, onde há maior disponibilidade de criadouros e oportunidades de alimentação para as fêmeas. Assim, tanto os ambientes naturais quanto os urbanos configuram cenários que favorecem a manutenção das populações do vetor, evidenciando a necessidade de medidas contínuas de controle e eliminação de focos, que dependem do empenho coletivo da população (Brasil, 2025a).

Em síntese, os padrões espaço-temporais identificados - com pós de abundância de Laridae e Sulidae entre maio e janeiro em áreas estuarinas específicas - delimitam janelas críticas e locais prioritários para vigilância. A suscetibilidade conhecida de Laridae, combinada com sua elevada representatividade na amostra, posiciona espécies como *Thalasseus acutiflavus* e *Sterna hirundo* como sentinelas ideais para detecção precoce do VNO. A inclusão de Sulidae, embora careça de respaldo sorológico direto, justifica-se pelo seu papel ecológico como espécie abundante em habitats compartilhados com vetores e aves competentes.

Conclusão

Diante dos resultados encontrados, conclui-se, que as aves de relevância para o VNO foram encontradas em maior abundância em maio e janeiro em áreas estuarinas, zonas úmidas e ambientes costeiros. Assim, os achados sugerem que o período migratório pós-reprodutivo (outono-inverno) constitui fase crítica para a vigilância integrada, especialmente em ambientes litorâneos com alta presença de aves sinantrópicas. E, portanto, o Espírito Santo reúne condições biológicas e ambientais favoráveis para a circulação do VNO, sendo fundamental o desenvolvimento de programas de vigilância integrada, contemplando monitoramento de aves migratórias, vetores e fatores ambientais.

Referências

ALANIZ, A. J. *et al.* Global spatial assessment of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*: a scenario of Zika virus exposure. **Epidemiology & Infection**, v. 147, p. 1-11, 2018.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Arboviroses**. Brasília: Ministério da Saúde, 2025a. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/a/arboviroses>>. Acesso em: 25 ago. 2025.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Febre do Nilo Ocidental**. Brasília: Ministério da Saúde, 2025b Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/f/febre-do-nilo-ocidental>>. Acesso em: 5 set. 2025.

CALISTRI, P. *et al.* Epidemiology of West Nile in Europe and in the Mediterranean Basin. **Open Virology Journal**, v. 4, p. 29-37, 2010.

DAWSON, J. R. *et al.* Crow deaths caused by west nile virus during winter. **Emerg. Infect. Dis.**, v. 13, n. 12, p. 1912–1914, 2007.

HUBÁLEK, Z. An annotated checklist of pathogenic microorganisms associated with migratory birds. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 40, n. 4, p. 639-659, 2004.

KERNBACH M. E. *et al.* Light pollution affects West Nile virus exposure risk across Florida. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 288, n. 1947, 2021

KOMAR, N. *et al.* Experimental infection of North American birds with the New York 1999 strain of West Nile virus. **Emerging Infectious Diseases**, v. 9, n. 3, p. 311-322, 2003.

MADHAV M. *et al.* *Culex*-Transmitted Diseases: Mechanisms, Impact, and Future Control Strategies using *Wolbachia*. **Viruses**, v. 16, n. 7, p. 1-24, 2024.

MARINI, G. *et al.* A quantitative comparison of West Nile virus incidence from 2013 to 2018 in Emilia-Romagna, Italy. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 14, n.1, p. 1-16, 2020.

NEMETH, N. M. *et al.* Clinical and pathologic responses of American crows (*Corvus brachyrhynchos*) and fish crows (*C. ossifragus*) to experimental West Nile virus infection. **Veterinary Pathology**, v. 44, n. 5, p. 589-603, 2007.

REISEN, W. K. *et al.* Role of communally nesting ardeid birds in the epidemiology of West Nile virus revisited. **Vector-Borne and Zoonotic Diseases**, v. 9, n. 3, p. 275-280, 2009.

OGRZEWALSKA, M. *et al.* Influenza A (H11N2) virus detection in fecal samples from Adelie (*Pygoscelis adeliae*) and Chinstrap (*Pygoscelis antarcticus*) Penguins, Penguin Island, Antarctica. **Microbiol. Spectr**, v. 10, n. 5, p. 1-8, 2022.

SILVA, A. S. G. *et al.* Febre do Nilo Ocidental em equídeos no Brasil: novo desafio aos médicos-veterinários. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, v.19, n.1, p. 1-14, 2021.

SHIRAFUJI, H. *et al.* Experimental West Nile virus infection in aigamo ducks, a cross between wild ducks (*Anas platyrhynchos*) and domestic ducks (*Anas platyrhynchos* var. *domesticus*). **Avian Dis.**, v. 53, n. 2, p. 239-44, 2009.

SULE, W. F. *et al.* Epidemiology and ecology of West Nile virus in sub-Saharan Africa. **Parasites & Vectors**, v. 11, n. 414, p. 1-10, 2018.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. A Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro por meio do Edital FAPES Nº 03/2023 Bolsa Pesquisador Capixaba – BPC, Processo E-docs 2022-71JG6 e por meio do EDITAL FAPES N 28/2022 – Universal, 2023-Z1S7D.