

Avifauna do Rio Grande do Sul e doenças emergentes: conhecimento atual e recomendações para a vigilância ornitológica da Influenza Aviária e da Febre do Nilo Ocidental

Roseli Petry, Ângela Schmitz Peter e Demétrio Luis Guadagnin

Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Aquáticos, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 93022-000, São Leopoldo, RS, Brasil. E-mail: rosepetry@gmail.com; angela.peter@gmail.com; dl@unisin.br

Recebido em 06 de junho de 2006; aceito em 22 de setembro de 2006

ABSTRACT. Avifauna of Rio Grande do Sul and emerging diseases: current knowledge and recommendations for the ornithological surveillance of Avian Influenza and West Nile Virus. Many human infectious diseases originate in wildlife species, some of them involving birds as reservoirs, such as two emerging diseases – the West Nile Virus fever (VNO) and the Avian Influenza (VIA) in the severe pathological form H5N1. The spread of these diseases may also become a problem for the conservation of biodiversity. The objective of this review is to identify potential hosts and vectors for the VNO and VIA in South Brazil, as well as potential vulnerable areas. Until May 2006, positive serology for VNO was confirmed in 95 species of birds in the United States and Mexico, seven of them occurs in Brazil. At the same time, VIA was confirmed in 99 wild or domestic species in South Asia. From these, 15 are native from Brazil. The VIA did not reach the geographic distribution of any wild bird population that migrate to Brazil, except for some vagrant pelagic species. The movements of Brazilian migratory species are in general restricted to the American continent, making difficult the introduction of the H5N1 VIA through birds. Otherwise the spread of VNO to Brazil is highly probable. The possibility of two emerging diseases that affect wild birds reaching Brazil, and the challenge of identifying potential vectors call for a comprehensive strategy of ornithological surveillance.

KEY WORDS: waterbirds, migration, environmental health, epidemiologic surveillance, bird flu, Nile fever, biodiversity, conservation.

RESUMO. Doenças de vida silvestre estão na origem de muitas doenças infecciosas em humanos, algumas das quais envolvem aves como reservatórios, como duas importantes doenças emergentes - a Febre do Nilo Ocidental (VNO) e a Influenza Aviária (VIA) na forma hiperpatógena (cepa H5N1). A chegada destas doenças no Brasil pode se tornar também um problema para a conservação da biodiversidade. O objetivo deste trabalho é identificar os potenciais hospedeiros e vetores do VNO e VIA no Rio Grande do Sul e os prováveis ambientes de surgimento de focos destas doenças, através de uma ampla revisão da literatura existente sobre o tema. Até maio de 2006 foi confirmada a sorologia positiva para o VNO nos Estados Unidos e México em 95 espécies de aves, sete das quais ocorrem no Brasil. Também foi confirmada a sorologia positiva para o VIA em 99 espécies de aves silvestres ou domésticas no sul da Ásia, em cativeiro ou em vida livre. Destas, 15 espécies são nativas do Brasil. Não existe nenhum registro de espécies migratórias com populações compartilhadas com o Brasil infectadas com VIA e a doença ainda não alcançou nenhuma região de distribuição geográfica de populações de espécies migratórias que se deslocam pelo país, com exceção de algumas espécies vagantes pelágicas. Os deslocamentos das espécies migratórias brasileiras são de um modo geral restritos ao continente americano, o que dificulta a introdução e expansão do VIA através do transporte por estas aves. A expansão do VNO até o Brasil, entretanto, é bastante provável. A possibilidade de introdução de duas doenças emergentes que afetam aves silvestres e as dificuldades associadas à identificação de espécies potencialmente vetoras impõem a necessidade de uma estratégia ampliada de vigilância ornitológica.

PALAVRAS-CHAVE: aves aquáticas, migrações, zoonoses, saúde ambiental, vigilância epidemiológica, gripe aviária, febre do Nilo, biodiversidade, conservação.

Doenças emergentes são doenças que surgiram recentemente ou que, já existindo, aumentaram significativamente sua incidência e alcance geográfico (Morse 1995). Doenças existentes na vida silvestre estão na origem de muitas doenças humanas (Forattini 1996), algumas das quais envolvendo aves como reservatórios, como duas importantes doenças emergentes - a Febre do Nilo Ocidental e a Influenza Aviária na forma hiperpatógena. Ambas são de interesse mundial, dados os importantes problemas sanitários e econômicos que causam e o grande poder de disseminação de seus agentes.

O Vírus do Nilo Ocidental (VNO) utiliza aves como reservatórios naturais e mosquitos ornitofílicos como vetores obrigatórios, geralmente do gênero *Culex* (Hubalek e Halouzka 1999, Devine 2003, Chevalier *et al.* 2004, Mackenzie *et al.* 2004). Esse gênero de mosquitos tem distribuição cosmopolita e inclui muitas espécies antropofílicas e adaptadas ao convívio humano (Forattini *et al.* 1995). As pessoas infecta-

das parecem produzir baixos títulos do vírus, o que dificulta o diagnóstico e não se constitui em fonte de infecção (Couzin 2003). A transmissão do VNO entre humanos foi reportada apenas como resultado de transfusões de sangue e transplantes de órgãos (Zuckerman 2003). Essas características permitiram a ocorrência do vírus em praticamente todo o mundo. O VNO permanece com status de desequilíbrio na América do Norte, com contínuas mudanças ecológicas e com potencial de expansão. A cada ano surgem informações sobre novas manifestações clínicas, variedades de hospedeiros e modos de transmissão, incluindo a possibilidade de transmissão não vetorial por exposição oral ao vírus (Glaser 2004).

O Vírus da Influenza Aviária (VIA), quer em formas brandas ou hiperpatógenas, se apresenta como zoonose entre aves selvagens e domésticas, reservatórios virais que atualmente têm sido uma das grandes preocupações das autoridades sanitárias mundiais, dada a grande capacidade de disseminação

(Webby e Webster 2003, Enserink 2004). As características biológicas e a complexidade do processo de transmissão do VIA tornam a vigilância dessa doença um grande desafio. Anatídeos domésticos e selvagens, especialmente marrecas do gênero *Anas* (Olsen *et al.* 2006), além de pelo menos outras 105 espécies de diferentes famílias, são comumente portadores de vários subtipos de vírus influenza aviária, frequentemente de forma assintomática (Davidson e Nettles 1988, Horimoto e Kawaoka 2001). Embora esses vírus normalmente não infectem seres humanos, podem ocorrer casos quando o vírus emerge em criadouros de aves de corte e suínos e humanos são expostos ao vírus através da manipulação ou ingestão de carne infectada mal cozida (Capua e Alexander 2002, Claas 1998, Subbarao 1998, Horimoto e Kawaoka 2001).

O planejamento de estratégias de vigilância epidemiológica implica em conhecer quais são as espécies potencialmente vetoras e os prováveis ambientes de surgimento de focos da doença (Luna *et al.* 2003). A avifauna do Brasil inclui um grande contingente de espécies compartilhado com outros continentes, formado por espécies migratórias e espécies residentes com distribuição cosmopolita, que são vias potenciais de introdução de doenças emergentes. Ainda não existe uma análise abrangente da situação atual de infecção de aves brasileiras pelo VNO e VIA na forma hiperpatógena (H5N1) ou da ocorrência destes vírus na área de distribuição de espécies nativas do Brasil. O objetivo deste trabalho é identificar os potenciais hospedeiros e vetores do VNO e VIA no Rio Grande do Sul através de uma ampla revisão da literatura existente sobre o tema. Adicionalmente são sugeridas pautas para o planejamento de uma estratégia de vigilância ornitológica destas doenças emergentes no Rio Grande do Sul.

MÉTODOS

Foi compilada uma lista das aves migratórias que transitam entre o Brasil e outros continentes, cruzando a lista oficial de aves migratórias brasileiras publicada pelo Centro de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres – (CEMAVE 2005), a lista de aves brasileiras publicada pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2006) e publicações específicas (Hayman *et al.* 1986, Belton 1994, Vooren e Brusque 1999, Bencke 2001). A nomenclatura segue a lista de aves do Brasil (CBRO 2006).

A lista de aves migratórias que transitam no Brasil foi cruzada com as listas mais atualizadas de espécies hospedeiras confirmadas ou potenciais do VNO nas Américas (CENAVE 2005, CDC 1999, 2006, OMS 2005a) e o VIA em escala global (OMS 2005b, USGS 2006).

Foi realizada uma ampla revisão nas bases *ISI Web of Science* e *Science Direct Online*, entre os anos 1995 e 2006, complementada com consultas em outras fontes de informação disponíveis na internet, como relatórios e boletins técnicos, utilizando as palavras “west Nile virus”, “bird flu”, “avian influenza”, “influenza A vírus”, “fowl plague”, “migratory birds”, “aquatic birds”, entre outras. A busca não foi restrita

a nenhuma língua. Especial atenção foi dada aos portais da Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização Panamericana da Saúde (OPAS), Organização Mundial de Sanidade Animal (OIE) e Centro de Controle e Prevenção de Doenças (CDC), entre outras. A partir desta revisão procuramos inferir os potenciais hospedeiros, vetores, rotas e áreas de risco no Rio Grande do Sul.

Foi compilada uma lista de espécies de mosquitos hospedeiras potenciais do VNO no Rio Grande do Sul, cruzando os resultados da revisão sobre doenças emergentes com a literatura disponível sobre a fauna de culicídeos do Estado (Cardoso *et al.* 2004, 2005).

RESULTADOS

Padrões de deslocamento de aves com distribuição além do Brasil. As espécies migrantes foram agrupadas em quatro padrões gerais de deslocamento – migrantes neárticos, migrantes austrais, espécies vagantes ou nômades e espécies residentes migrantes parciais (Belton 1994, Bencke 2001, Stotz *et al.* 1996). As espécies e seus deslocamentos sazonais são de um modo geral restritos ao continente americano, porém existem várias conexões, episódicas ou sazonais, com outros continentes.

Cerca de uma centena de espécies de aves migratórias que se reproduzem no Hemisfério Norte ocorrem no Brasil, das quais 44 ocorrem no Rio Grande do Sul, especialmente entre a primavera e o outono austrais. Dentre estas, sete espécies ocorrem também na Europa e África – o maçarico-branco (*Calidris alba*), maçarico-de-colete (*Calidris melanotos*), maçarico-de-papo-vermelho (*Calidris canutus*), maçarico-de-bico-fino (*Calidris bairdii*), batuiruçú (*Pluvialis squatarola*), maçarico-de-perna-amarela (*Tringa flavipes*), vira-pedras (*Arenaria interpres*) e o maçarico-acanelado (*Tryngites subruficollis*). Com exceção das duas primeiras, as populações destas espécies parecem compartilhar indivíduos entre o novo e o velho mundo (Hyman *et al.* 1986).

Os migrantes austrais incluem três espécies de Charadriidae e quatro Laridae exclusivos do novo mundo (Belton 1994). A batuira-de-coleira-dupla (*Charadrius falklandicus*) e o maçarico-de-peito-avermelhado (*Zonibyx modestus*) apresentam populações consideradas pequenas entre os Charadriidae (Vooren e Brusque 1999) e merecem atenção especial de conservação.

A avifauna do Estado inclui ainda espécies vagantes, de hábitos diversos, com ocorrência em outros continentes. Algumas espécies ocorrem em regiões costeiras também na África e no Hemisfério Norte, como o maçarico-do-campo (*Bartramia longicauda*), maçarico-do-bico-torto (*Numenius phaeopus*), pisa-n'água (*Phalaropus tricolor*), narceja (*Gallinago gallinago*), e a narceja-de-costas-brancas (*Limnodromus griseus*) (Hyman *et al.* 1986, Vooren e Brusque 1999). Aproximadamente 20 outras espécies apresentam hábitos pelágicos, nidificam na região subantártica ou ilhas do Atlântico Sul e freqüentam a zona costeira brasileira e de outros continentes,

Tabela 1. Número de espécies brasileiras com confirmação (co) ou suspeita (su) de infecção pelo Vírus do Nilo Ocidental nos Estados Unidos (CDC 2006, OMS 2005a) ou México (CENAVE 2005).

Table 1. Number of brazilian bird species confirmed (co) or suspected (su) of been infected by West Nile Virus in the United States of America (CDC 2006, OMS 2005a) and Mexico (CENAVE 2005).

| | Status | Aquáticas | | Terrestres | | Total |
|-------------------|------------|-----------|----|------------|----|-------|
| | | co | su | co | Su | |
| Brasil | Migrantes | 3 | 1 | 3 | 4 | 11 |
| | Residentes | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Rio Grande do Sul | Migrantes | 2 | 1 | 2 | 4 | 9 |
| | Residentes | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |

como duas espécies de gaivotas-rapeiras *Catharacta antarctica* e *C. maccormicki* e várias espécies de Procellariiformes (Harrison *et al.* 1986, Vooren e Brusque 1999). Quatro espécies pelágicas nidificam em ilhas do Atlântico Norte e são eventualmente encontradas nas costas do sul do Brasil – o bobo-de-bico-amarelo (*Puffinus puffinus*), bobo-grande (*Calonectris diomedea borealis*), bobo-de-Cabo-Verde (*C. d. edwardsii*) e o painho-da-ilha-da-Madeira (*Oceanodroma Leucorhoa*).

As espécies migrantes parciais e migrantes austrais estão restritas ao Hemisfério Sul, com exceção da marreca-caneleira (*Dendrocygna bicolor*), da marreca-piadeira (*Dendrocygna viduata*), galinhola (*Gallinula chloropus*) e frango-d'água-azul (*Porphyrio martinica*). Não existem evidências de migrações regulares destas espécies entre os continentes.

Vírus do Nilo Ocidental. A última atualização da lista oficial da OMS de aves com sorologia positiva para o VNO foi realizada em 2002, incluindo 95 espécies de aves infectadas (CDC 1999, CDC 2006, OMS 2005a). Desde então a epidemia continua se alastrando e alcançando novas áreas, podendo ter atingido mais espécies. Após três anos da introdução na América do Norte, o VNO foi isolado nos trópicos (Dupuis *et al.* 2003, Komar, O. *et al.* 2003, CENAVE 2005). Quatro espécies migrantes e uma residente com sorologia positiva ocorrem no Brasil (Tabelas 1 e 2), das quais três espécies ocorrem no Rio Grande do Sul – o maçarico-branco (*Calidris alba*), o vira-pedras (*Arenaria interpres*) e o bacurau-norte-americano (*Chordeiles minor*). O maçarico-branco é a mais abundante dentre elas, com ampla distribuição na zona costeira e registros de bandos ao longo da Lagoa dos Patos e cercanias de Itapuã, próxima a área metropolitana de Porto Alegre (Belton 1994).

Os bandos são observados a partir de fins agosto, chegando antes que as outras espécies migratórias. O vira-pedra ocorre ao longo das praias e enseadas costeiras e foi registrado em todos os meses na Lagoa do Peixe (Belton 1994). O bacurau-norte-americano foi registrado em Mostardas, São Leopoldo e nas proximidades do Pólo Petroquímico, regularmente de setembro a março (Belton 1994). Dentre as espécies suspeitas de infecção pelo VNO, cinco ocorrem no Rio Grande do Sul, sendo a andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*) a mais abundante. Esta espécie é visitante de verão encontrada em campos e áreas úmidas em quase todas as regiões do Estado, eventualmente em bandos de milhares (Belton 1994).

O VNO já foi isolado em mais de 50 espécies de mosquitos (Mackenzie *et al.* 2004), das quais três espécies também ocorrem no Estado – *Aedes albopictus* e *Culex quinquefasciatus*, ambos amplamente distribuídas, e *Psorophora ferox*, atualmente concentrada na região da Depressão Central, com registros eventuais em grandes centros urbanos como Porto Alegre e Viamão (Cardoso *et al.* 2004, 2005). *C. quinquefasciatus* tem potencial para desempenhar importante papel na veiculação do VNO no Brasil, pois é um vetor muito ativo principalmente em ambientes modificados (Natal e Ueno 2004). Os dois gêneros mais representados na lista publicada pela OMS (OMS 2005a), incluem várias espécies com ocorrência no Rio Grande do Sul – seis do gênero *Ochlerotatus sp.*, com ampla distribuição na Depressão Central, grandes centros urbanos e na zona costeira e cinco do gênero *Culex*, com ampla distribuição em todo o Estado.

Influenza Aviária. A última listagem de espécies infectadas pela cepa H5H1 no planeta inclui 99 espécies de aves silves-

Tabela 2. Número de espécies brasileiras infectadas em cativeiro (cat) ou vida livre (vl) pelo Vírus da Influenza Aviária hiperpatógena (H5N1) no sudoeste da Ásia (OMS 2005b, USGS 2006).

Table 2. Number of brazilian bird species infected in captivity (cat) or in the wild (vl) by H5N1 avian influenza in Southwestern Asia (OMS 2005b, USGS 2006).

| Região | | Aquáticas | | Terrestres | | Total |
|-------------------|------------|-----------|----|------------|----|-------|
| | | cat | vl | cat | vl | |
| Brasil | Migrantes | 5 | 2 | 1 | 1 | 6 |
| | Residentes | 10 | 1 | 2 | 1 | 12 |
| Rio Grande do Sul | Migrantes | 3 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| | Residentes | 10 | 1 | 2 | 1 | 12 |

Tabela 3. Espécies da avifauna do Brasil com registros confirmados ou suspeitos de infecção pelo Vírus do Nilo Ocidental (VNO) ou Vírus da Influenza Aviária hiperpatógena (VIA-H5N1) nas regiões de origem destas doenças. Em nenhum caso existem aves infectadas ou suspeitas de infecção no continente Sul-americano.

Table 3. Brazilian bird species confirmed or suspected of been infected by West Nile Virus (VNO) in the Americas or H5N1 avian influenza (VIA-H5N1) in Asia. There are no records of either disease in South America.

| Espécie | Nome popular | Habitat ^a | Status ^b | VIA (H5N1) ^c | VNO ^d |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|------------------|
| Ardeidae | | | | | |
| <i>Ardea cinerea</i> | Garça-real-européia | Aq | VA (N) | ca, vl | Co |
| <i>Ardea cocoi</i> | Garça-moura | Aq | R | | Co |
| <i>Egretta garzetta</i> | Garça-branca-pequena-européia | Aq | VA (N) | ca, vl | |
| Phoenicopteridae | | | | | |
| <i>Phoenicopus ruber</i> | Flamingo-andino | Aq | R# | ca | |
| Anatidae | | | | | |
| <i>Amazoneta brasiliensis</i> | Marreca-pé-vermelho | Aq | R | ca | |
| <i>Anas bahamensis</i> | Marreca-toicinho | Aq | R | ca | |
| <i>Anas platalea</i> | Marreca-colhereira | Aq | VS (R?) | ca | |
| <i>Anas platyrhynchos</i> | Marreco-doméstico | Aq | R, Int | ca | |
| <i>Anas sibilatrix</i> | Marreca-oveira | Aq | VS# | ca | |
| <i>Anas versicolor</i> | Marreca-cricri | Aq | R | ca | |
| <i>Anas cyanoptera</i> | Marreca-colorada | Aq | VA (S) | | su |
| <i>Callonetta leucophrys</i> | Marreca-de-coleira | Aq | R | ca | |
| <i>Coscoroba coscoroba</i> | Capororoca | Aq | R | ca | |
| <i>Cygnus melanocoryphus</i> | Cisne-de-pescoço-preto | Aq | R | ca | |
| <i>Dendrocygna viduata</i> | Marreca-piadeira | Aq | R | ca | |
| <i>Netta peposaca</i> | Marrecão | Aq | VO (R) | ca | |
| Rallidae | | | | | |
| <i>Gallinula chloropus</i> | Galinhola | Aq | R(P) | ca, vl | |
| Accipitridae | | | | | |
| <i>Buteo swainsoni</i> | Gavião-papa-gafanhoto | Te | VN | | su |
| <i>Buteo platypterus</i> | Gavião-de-asa-larga | Te | VN | | co |
| Falconidae | | | | | |
| <i>Falco peregrinus</i> | Falcão-peregrino | Te | VN | ca, vl | su |
| Scolopacidae | | | | | |
| <i>Calidris alba</i> | Maçarico-branco | Aq | VN | | co |
| <i>Arenaria interpres</i> | Vira-pedra | Aq | VN | | co |
| Columbidae | | | | | |
| <i>Columba livia</i> | Pomba-doméstica | Te | R, Int | ca, vl | |
| Caprimulgidae | | | | | |
| <i>Chordeiles minor</i> | Bacurau-norte-americano | Te | VN | | co |
| Emberezidae | | | | | |
| <i>Passer domesticus</i> | Pardal | Te | R, Int | ca | |
| Hirundinidae | | | | | |
| <i>Hirundo rustica</i> | Andorinha-de-bando | Te | VN | | su |
| Parulidae | | | | | |
| <i>Seiurus noveboracensis</i> | Mariquita-boreal | Te | VA (N) | | co |
| Icteridae | | | | | |
| <i>Dolichonyx oryzivorus</i> | Triste-pia | Te | VN | | su |

^a Hábitat preferencial (adaptado de Stotz *et al.* (1996): Aq = aquático; Te = terrestre.

^b Status de ocorrência (adaptado de CBRO (2006): R = residente (evidências de reprodução no país disponíveis); (P) migrante parcial (Stotz *et al.* 1996); VS = visitante sazonal oriundo do sul do continente; VN = visitante sazonal oriundo do hemisfério norte; VO = visitante sazonal oriundo de áreas a oeste do território brasileiro; VA = vagante (espécie de ocorrência aparentemente irregular no Brasil; pode ser um migrante regular em países vizinhos, oriundo do sul [VA (S)] ou do norte [VA (N)]); # = status presumido mas não confirmado; Int = Espécie exótica introduzida no Brasil.

^c Infecção pelo Vírus da influenza Aviária hiperpatógena (H5N1) no sul da Ásia (USGS 2006, OMS 2005): ca = infecção em cativeiro; vl = infecção em vida livre.

^d Infecção pelo Vírus do Nilo Ocidental nos Estados Unidos e México (OMS 2005, CDC 2005, CENAVE 2005): co = infecção confirmada; su = infecção suspeita.

tres ou domésticas, além de diversas espécies de mamíferos (OMS 2005b, USGS 2006). Entre estas se encontram 15 espécies nativas do Brasil, 14 das quais com ocorrência no RS, além de duas exóticas introduzidas no Estado (Tabelas 2 e 3). Existem registros de infecção em vida livre de três espécies cosmopolitas com ocorrência no Brasil e no Sul da Ásia – a garça-real-européia (*Ardea cinerea*), espécie vagante e rara; a galinhola (*Gallinula chloropus*), espécie residente; e o falcão-peregrino (*Falco peregrinus*), espécie migratória. Apenas as duas últimas ocorrem no Rio Grande do Sul. Até a última atualização da literatura, em maio de 2006, não houve nenhum registro de espécie migratória com população compartilhada com o Brasil infectada com esta cepa. Além disso, a doença também não alcançou nenhuma região de distribuição geográfica de populações de espécies migratórias que se deslocam pelo país. Até o momento, o vírus está confirmado em varias regiões da Ásia e desde 2005 na Europa e África (Rappole e Hubálek 2006, OMS 2006).

DISCUSSÃO

Vírus do Nilo Ocidental. Existem poucas espécies ocorrentes no Brasil e no Rio Grande do Sul com sorologia positiva confirmada ou suspeita para o Vírus do Nilo Ocidental, especialmente considerando um contingente migratório que alcança mais de 170 espécies compartilhadas com o Hemisfério Norte (Sick 1997) e não é possível afirmar com segurança que aves silvestres, mesmo as aquáticas migratórias, tenham tido o papel mais importante na propagação do VNO na América do Norte. A evidência de propagação do VNO por aves migratórias está baseada em um estudo de simulação ecológica e geográfica (Peterson *et al.* 2003) que não teve suporte nos padrões observados na propagação do vírus nos Estados Unidos, que seguiu um modelo radial (Peterson *et al.* 2004), diferente do padrão das rotas migratórias. Assim, outras possibilidades de introdução têm igual importância hipotética e devem ser igualmente consideradas nas estratégias de vigilância, em especial a paulatina expansão geográfica da zoonose em direção ao sul. O monitoramento das informações de vigilância nos Estados Unidos, México e Caribe indicará o momento a partir do qual devem se intensificar as ações de vigilância no Brasil. A análise da introdução do VNO nos Estados Unidos é sugestiva das dificuldades existentes em entender os processos de surgimento e expansão de doenças emergentes e do papel das aves silvestres. As circunstâncias exatas de como o VNO foi introduzido na cidade de Nova Iorque em 1999 ainda são desconhecidas (Rappole *et al.* 2000). A hipótese mais aceita sugere que o vírus foi introduzido por uma ave infectada ou por um mosquito infectado, via aeroporto ou porto, pois Nova Iorque é uma capital internacional e a emergência do vírus ocorreu nas proximidades de um grande aeroporto (CDC 1999). A hipótese da introdução do vírus por uma rota normal ou acidental de aves migratórias defendida por Rappole *et al.* (2000) e Luna *et al.* (2003) também é aceita, apesar de um tanto surpreendente, pois parece improvável aliar uma infecção

aguda das aves com a migração de longa distância, especialmente no caso de espécies sem história prévia de adaptação ao vírus. Existem ainda as possibilidades do vírus ter chegado primeiro na América Tropical e depois ter sido levado para a América do Norte e da introdução ter-se iniciado pela importação legal ou ilegal de aves exóticas (Peterson *et al.* 2004). De fato, as arboviroses são caracterizadas por complexas relações ecológicas, cujos cenários variam de paisagens naturais ou silvestres a antropogênicas, incluindo também áreas urbanizadas (Weaver e Barret 2004, Chevalier *et al.* 2004), o que dificulta o entendimento e a previsão do processo de propagação.

Uma vez confirmada sua expansão geográfica além da região caribenha, as regiões litorânea, da depressão central e metropolitana de Porto Alegre, devem ser consideradas áreas prioritárias de vigilância epidemiológica para VNO no Rio Grande do Sul. Nos EUA as epidemias ocorreram em regiões pantanosas ou próximas, onde se estabelece contato entre concentrações de aves com grande número de mosquitos, que por sua vez são capazes de infectar humanos (Rappole *et al.* 2000). Admite-se que o VNO se adapta a dois ciclos de infecção: um rural-silvestre e outro urbano. O rural-silvestre é mantido por aves de terrenos pantanosos e mosquitos ornitofílicos, enquanto que o urbano envolve aves sinantrópicas ou domésticas e mosquitos que se alimentam nesses animais e no homem (Hubálek e Halouska 1999). A agricultura irrigada também parece favorecer o incremento de endemias veiculadas por mosquitos (Forattini *et al.* 1993). No Rio Grande do Sul, as regiões mencionadas recebem a maior parte de aves migratórias terrestres e aquáticas provenientes do Hemisfério Norte e que poderiam funcionar como transporte do vírus. Além disso, abrigam as maiores concentrações de áreas úmidas do Estado (Maltchik *et al.* 2003) e diversas espécies de mosquitos potencialmente importantes como vetores e incluem as principais aglomerações urbanas do Estado. Quantidades significativas de terras usadas para plantação de arroz e reservatórios para irrigação, juntamente com áreas úmidas naturais, fornecem um bom habitat para aves aquáticas (Belton 1994). A planície litorânea abriga um extenso e complexo sistema de lagoas, lagunas e áreas úmidas associadas, além de extensas áreas cultivadas com arroz irrigado e inúmeros reservatórios para irrigação. O litoral norte apresenta características de conurbação e recebe grande população urbana nos meses de verão, época que estão também presentes diversas espécies migrantes neárticas (Vooren e Brusque 1999).

O táxon que representa o principal reservatório na manutenção da transmissão local do VNO ainda permanece obscuro e depende muito da estrutura das comunidades locais de aves. Sabe-se da importância de passeriformes como importantes reservatórios para o VNO (Komar, N. *et al.* 2003). Além disso, a maioria das espécies de passeriformes está associada a ambientes terrestres, aproximando-se mais das áreas urbanizadas, podendo assim introduzir o VNO em cidades que percorram durante seu deslocamento. Atenção especial deve ser dada à andorinha-de-bando (*Hirundo rustica*), que aparece em bando de milhares e é encontrada em campos e áreas úmidas

ao longo do litoral e em quase todas as regiões do Rio Grande do Sul, incluído áreas urbanas (Belton 1994).

Não se tem uma clara noção dos efeitos do VNO nas áreas tropicais, que junto com a América do Sul constituem os principais locais de alimentação das aves migratórias do Hemisfério Ocidental. As evidências sugerem efeitos menos negativos do que os apresentados nos EUA (Peterson *et al.* 2004), o que poderia ser explicado por um possível contato prévio com outros vírus da família *Flaviviridae* (como por exemplo Dengue, Febre Amarela e Rocio) ou pela possibilidade de uma dissolução dos efeitos do vírus em função de uma maior diversidade de espécies, comparando com o Hemisfério Norte. Existe ainda a possibilidade de casos de mortalidade em aves simplesmente não terem sido noticiados.

Vírus da Influenza Aviária Hiperpatógena. A expansão do VIA até o Brasil e, em especial, o Rio Grande do Sul, transportada por aves aquáticas migratórias, é uma possibilidade remota. A cepa H5N1 surgiu em 1997 está ainda restrita às rotas migratórias que coincidem com a região de surgimento da cepa – Ásia Central, Austrália-Ásia Oriental e África Oriental-Ásia Ocidental (Olsen *et al.* 2006). Apenas duas espécies que ocorrem no Rio Grande Sul já apresentaram viremia confirmada, ambas na região asiática – a galinhola e o falcão-peregrino.

Além disso, a avifauna do Hemisfério Sul do continente americano é composta por populações e espécies consideravelmente isoladas de outros continentes, conforme demonstrado acima. Este padrão de isolamento se reflete nas linhagens evolutivas do vírus de influenza aviária, que podem ser separadas entre linhagens americanas e eurásianas (Olsen *et al.* 2006). Algumas poucas espécies de aves são compartilhadas com a África e nenhuma espécie migra entre estes continentes. A maioria das espécies compartilhadas com a Europa e Ásia é tipicamente residente de distribuição cosmopolita e apresenta populações isoladas em cada continente. Mesmo as espécies migrantes neárticas que ocorrem na Europa e nas Américas utilizam diferentes regiões de reprodução (Hayman *et al.* 1986). Um caso especial é o do maçarico-de-papo-vermelho e do maçarico-de-bico-fino, cujas populações americanas e européias são parcialmente mescladas na época de reprodução. Outra possibilidade seria a introdução pelas espécies nômades. Estas, entretanto, são relativamente raras, ocorrendo como indivíduos isolados quase que exclusivamente avistados no mar. As espécies de distribuição intercontinental subantártica são um caso especial, uma vez que um mesmo indivíduo pode circular desde o sul da Ásia até as Américas (Martin Sander, com. pessoal). De qualquer modo, a prevalência de viremia é baixa em procelariiformes e charadriiformes, os subtipos são diferentes dos encontrados em aves continentais como os Anseriformes e de difícil transmissão entre estas ordens (Olsen *et al.* 2006).

Considerando que as rotas migratórias que incluem o Rio Grande do Sul são exclusivamente americanas, a introdução do VIA no estado dependerá da sua introdução primeiro em

espécies que tenham contato com as que aqui ocorrem. Neste caso, são espécies candidatas à introdução as migrantes neárticas com rotas migratórias também pela Europa-África, especialmente quando as populações dessas espécies compartilham parcialmente as áreas de reprodução.

Finalmente, não é possível afirmar com segurança que aves silvestres, migratórias ou aquáticas, tenham um papel central na propagação do VIA, mesmo que existam evidências de sua participação como principais hospedeiros (Olsen *et al.* 2006). Os vários tipos de VIA circulam por aves silvestres em todo o planeta, normalmente sem causar epidemias em aves ou humanos. A hipótese atual considera as aves aquáticas, especialmente da ordem Anseriformes, como os reservatórios principais de influenza A na natureza, pois não apresentam sintomas aparentes de infecção e podem alcançar longos vôos infectando outras aves (Webster *et al.* 1992, Horimoto e Kawakita 2005, OMS 2005b). Dessas espécies haveria a transmissão para outras espécies de aves e mamíferos (OMS 2005b). Foi sugerido que as aves migratórias estariam implicadas na propagação da cepa H5N1 do VIA em vários países (Liu *et al.* 2005). A recente confirmação de casos na Europa ocorreu numa área úmida de grande importância para aves migratórias provenientes da Rússia e Escandinávia, onde também existem focos de infecção (CMS 2006). Por outro lado, as evidências indicam contágio local das aves, pois estas chegaram saudáveis e morreram poucos dias depois (BIRDLIFE 2006b). Portanto, não existem provas suficientemente sólidas para descartar a hipótese de propagação por outros meios, como transporte humano ou até mesmo por outras espécies de aves (Olsen *et al.* 2006). O fato de haver alto índice de mortalidade em aves aquáticas demonstra que aquelas espécies são suscetíveis à nova cepa do vírus e não necessariamente que elas estiveram implicadas na introdução do vírus naquelas áreas. A expansão da cepa H5N1 na Ásia parece estar mais relacionada com o movimento de aves domésticas infectadas, pois os padrões de expansão não são coerentes com a sincronização e direção dos movimentos de aves migratórias (BIRDLIFE 2006a).

A vigilância do VIA inclui a preocupação com a interação entre aves silvestres e criações de aves domésticas, em especial dado que o Rio Grande do Sul apresenta uma grande riqueza e abundância de aves aquáticas (Belton 1994, Guadagnin *et al.* 2005) e também concentra a criação de aves de corte. Contudo, no Rio Grande do Sul, as áreas de concentração de aves aquáticas e áreas úmidas não correspondem às regiões de criação intensiva de aves de corte, que se concentram na região das escarpas da Serra Geral, no Nordeste do Estado. A localização de criadouros fora das rotas de aves migratórias constitui uma estratégia importante de prevenção para o VIA, pois se acredita que a transmissão ocorra no contato das aves de corte com aves de vida livre através de fontes de água contaminadas (OMS 2005c), porém mais estudos são necessários com a finalidade de conhecer quais espécies poderiam estar envolvidas nessa transmissão.

A propagação da cepa H5N1 representa um importante problema de conservação da biodiversidade, dada a já de-

REFERÊNCIAS

monstrada susceptibilidade de diversas espécies silvestres a quadros agudos de infecção e mortalidades massivas (Liu *et al.* 2005). Aves aquáticas que normalmente portam vários subtipos de VIA têm-se mostrado particularmente vulneráveis a cepa H5N1. Do ponto de vista da conservação deve ser dada especial atenção às espécies que apresentam populações pequenas e às espécies ameaçadas que compartilham a distribuição geográfica e os habitats com as espécies mais propensas a introduzir o VIA (CMS 2006). No Hemisfério Sul, as espécies migrantes austrais são menos abundantes que as neárticas, sendo que particular atenção deve ser dada a particularmente à batuíra-de-coleira-dupla e o maçarico-de-peito-avermelhado (Vooren e Brusque 1999).

Recomendações para a vigilância ornitológica. A emergência de novas doenças a partir de espécies silvestres é um fenômeno que requer vigilância permanente e ações de controle para impedir que se transformem em ameaças para a saúde pública e a para a conservação da biodiversidade. A ocorrência do VNO e, principalmente, a possibilidade de introdução da VIA nas Américas têm suscitado ações de vigilância de aves silvestres, em particular de aves aquáticas migratórias. Existem entretanto muitas incertezas quanto ao real papel desempenhado pelas aves silvestres em diferentes aspectos epidemiológicos destas doenças (CMS 2006, Olsen *et al.* 2006). É urgente a necessidade de pesquisas que associem de forma inequívoca a migração de aves com a propagação do VNO e do VIA. Enquanto isso, é prudente estabelecer uma estratégia de vigilância ampliada, incluindo um leque maior de vetores e de áreas potenciais. Igual peso deve ser dado à vigilância de um leque ampliado de mecanismos de propagação, em especial a todos os aspectos ligados ao comércio legal e ilegal de aves silvestres e domésticas (CDC 2003, OMS 2005a, 2005c). Cabe lembrar também que é prudente vigiar não apenas o VIA, mas também o VNO (Luna *et al.* 2003). Este último já está presente no continente americano, está em expansão geográfica e também pode provocar mortalidade massiva em aves silvestres e quadros de doença aguda em humanos, especialmente em populações sem história prévia de contato com o vírus. A vigilância ornitológica conjunta destas doenças pode evitar interpretações e alertas confusos, condutas inadequadas ou atrasos na adoção de medidas pertinentes a cada caso. Finalmente, respeitada a primazia das ações voltadas à saúde coletiva, devem ser também iniciadas ações dirigidas à proteção das espécies que já é possível considerar como vulneráveis a estas doenças emergentes, particularmente ao VIA. Pelo menos 25 espécies de aves aquáticas estão ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul e são portanto, vulneráveis à introdução destas doenças emergentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Martin Sander e Eliana Wendland pelas idéias e pela revisão das primeiras versões do manuscrito.

- Belton, W. (1994) *Aves do Rio Grande do Sul, Distribuição e Biologia*. São Leopoldo: Unisinos.
- Bencke, G.A. (2001) *Lista de Referência das Aves do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: FZBRS.
- BIRDLIFE (2006a) *BirdLife Statement on Avian Influenza, 28 February 2006*. http://www.birdlife.org/action/science/species/avian_flu/birdlife_ai_statement_28_02_06.pdf (acesso em 28/06/2006).
- _____ (2006b) *Fish farming and the risk of spread of avian influenza, March 2006*. http://www.birdlife.org/action/science/species/avian_flu/fish_farming_review.pdf (acesso em 17/03/2006).
- Enserink, M. (2004) Avian influenza: Catastrophe waiting in the wings? *Science* 306: 2016.
- Capua, I. e D.J. Alexander (2002) Avian influenza and human health. *Acta Tropica* 83: 1-6.
- Cardoso, J.D., E. Corseuil e J.M.S. Barata (2004) Anophelinae (Diptera, Culicidae) ocorrentes no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Entomol. Vect.* 11: 159-177.
- _____ (2005) Culicinae (Diptera, culicidae) occurring in the State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Ver. Brasil. Entomol.* 49: 275-287.
- CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2006) *Lista Primária das Aves do Brasil*. <http://www.cbro.org.br/CBRO/listapri.htm> (acesso em 06/06/2006).
- CDC - Center for Disease Control and Prevention (1999) Update: West Nile-like viral encephalitis –New York, 1999. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 48:890-5.
- _____ (2003) Epidemic/Epizootic West Nile Virus in the United States: Guidelines for Surveillance, Prevention, and Control. U.S. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/resources/wnv-guidelines-aug-2003.pdf> (acesso em 21/09/2006).
- _____ (2006) West Nile Virus - Vertebrate Ecology: Bird Species. <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/birdspecies.htm> (acesso em 21/09/06).
- _____ (2005b) Virus del Nilo Occidental – Estadísticas, vigilancia y control 2005 (Hasta el 23 de Agosto de 2005). http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/spanish/2005casecount_spanish.htm (acesso em 21/09/2006).
- CEMAVE - Centro de Pesquisa para Conservação das Aves Silvestres (2005) Lista de aves migratórias ocorrentes no Brasil. <http://www.ibama.gov.br/cemave> (acesso em 27/07/2005).

- CENAVE - Comité Intersectorial para la Vigilancia, Prevención y Control Del Virus Del Oeste Del Nilo (2005) Vigilancia Ornitológica. <http://cenave.gob.mx/von/> (acesso em 09/09/2005).
- Chevalier, S.R., L. Baldet, L. Vial e F. Roger (2004) Epidemiological processes involved in the emergence of vector-borne disease: West Nile fever, Rift Valley fever, Japanese encephalitis and Crimean-Congo haemorrhagic fever. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 23: 535-555.
- Claas, E.C.J. (1998) Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus. *Lancet* 351: 472-477.
- CMS Scientific Council – Convention on Migratory Species (2006) International Scientific Task Force on Avian Influenza (AI) to analyze links between Migratory Water Birds and AI. http://www.cms.int/news/PRESS/nwPR2005/Technical_Note_rev1.pdf (acesso em 17/03/2006).
- Couzin, J. (2003) West Nile virus: Blood banks in a 'race against the mosquitoes'. *Science* 299: 1824.
- Davidson, W.R. e V.F. Nettles (1988) *Field manual of Wildlife Disease in the Southeastern United States*. Southeastern Cooperative Wildlife Disease Study.
- Devine, P.A. (2003) West Nile Virus Infection. *Infectious Diseases Update*. 10:191-195.
- Dupuis, A.P., P.P. Marra e L.D. Kramer (2003) Serologic evidence of West Nile virus transmission, Jamaica, West Indies. *Emerg. Infect. Dis.* 9: 860-863.
- Forattini, O.P. (1996) *Epidemiologia Geral*. São Paulo: Artes Médicas, 2ª ed.
- _____, I. Kakitani, E. Massad e D. Marucci (1993) Studies on mosquitoes (Diptera: Culicidae) and anthropic environment. 3- Survey of adult stages at the rice irrigation system and the emergence of *Anopheles albitalis* in South-Eastern, Brazil. *Revista de Saúde Pública* 27: 313-325.
- _____, _____, _____ e _____ (1995) Studies on Mosquitos (Diptera, Culicidae) and Anthropic Environment - 10- Survey of Adult Behavior of *Culex Nigripalpus* and Other Species of *Culex* (*Culex*) in South-Eastern Brazil. *Revista de Saúde Pública* 29: 271-278.
- Glaser, A. (2004) West Nile virus and North America: An unfolding story. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties* 23: 557-568.
- Guadagnin, D.L., A.S. Peter, L.F.C. Perello e L. Maltchik (2005) Spatial and temporal patterns of waterbird assemblages in fragmented wetlands of Southern Brazil. *Waterbirds* 28:261-272.
- Harrison, B.A.; P.T.Z. Antas e F. Silva (1986) Northward shorebird migration on the Atlantic coast of southern Brazil. *Vida Silvestre Neotropical* 1: 45-54.
- Hayman, P., J. Marchant e T. Prater (1986) *Shorebirds - an identification guide*. London: A&C Black.
- Horimoto, T. e Y. Kawaoka (2001) Pandemic threat posed by avian influenza A viruses. *Clinical Microbiology Reviews* 14: 129-133.
- _____. (2005) Influenza: Lessons from past pandemics, warnings from current incidents. *Nature Reviews Microbiology* 3: 591-600.
- Hubalek, Z. e J. Halouzka (1999) West Nile fever - a re-emerging mosquito-borne viral disease in Europe. *Emerg. Infect. Dis.* 5: 643-650.
- Komar, N., S. Langevin, S. Hinten, N. Nemeth, E. Edwards, D. Hettler, B. Davis, R. Bowen e M. Bunning (2003) Experimental infection of north American birds with the New York 1999 strain of West Nile virus. *Emerg. Infect. Dis.* 9: 311-322.
- Komar, O. M.B. Robbins, K. Klenk, B.J. Blitvich, N.L. Marlenee, K.L. Burkhalter, D.J. Gubler, G. Gonzalvez, C.J. Pena, A.T. Peterson e N. Komar (2003) West Nile virus transmission in resident birds, Dominican Republic. *Emerg. Infect. Dis.* 9: 1299-1302.
- Liu, J., H. Xiao, F. Lei, Q. Zhu, K. Qin, X.W. Zhang, X.L. Zhang, D. Zhao, G. Wang, Y. Feng, J. Ma, W. Liu, J. Wang e G.F. Gao (2005) Highly pathogenic H5N1 influenza virus infection in migratory birds. *Science* 309: 1206.
- Luna, E.J.A., L.E. Pereira e R.P.D. Souza (2003) Encefalite do Nilo Ocidental, nossa próxima epidemia? *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 12: 7-19.
- Mackenzie, J.S., D.J. Gubler e L.R. Petersen (2004) Emerging flaviviruses: the spread and resurgence of Japanese encephalitis, West Nile and dengue viruses. *Nature Medicine Supplement* 10: 98-108.
- Maltchik, L.F., G. Schneider, G. Becker e A. Escobar (2003) Inventory of wetlands of Rio Grande do Sul (Brazil). *Pesquisas Botânica* 53: 89-100.
- Morse, S.S. (1995) Factors in the Emergence of Infectious-Diseases. *Emerg. Infect. Dis.* 1: 7-15.
- Natal, D. e H.M. Ueno (2004) Vírus do Nilo Ocidental: características da transmissão e implicações vetoras. *Entomol. Vect.* 11: 417-433.
- Olsen, B., V.J. Munster, A. Wallensten, J. Waldenstrom, A.D.M.E. Osterhaus e R.A.M. Fouchier (2006) Global patterns of influenza A virus in wild birds. *Science* 312: 384-388.

- OMS – Organização Mundial da Saúde (2005a) Diretrizes para vigilância, prevenção e controle do Vírus do Nilo Ocidental. <http://www.paho.org/Portuguese/AD/DPC/CD/wnv-info.htm> (acesso em 26/05/2005).
- _____ (2005b) Propagación geográfica del virus de la gripe aviar H5N1 en las aves. Actualización nro. 28. http://who.int/csr/don/2005_08_18/es/print.html (acesso em 26/08/2005).
- _____ (2005c) Influenza pandemic preparedness plan: the role of WHO and guidelines for national and regional planning. <http://www.who.int/crs/resources/publications/influenza/en/whocdscsredc991.pdf> (acesso em 16/05/2005).
- _____ (2006) Situation updates – Avian influenza. http://www.who.int/csr/disease/avian_influenza/updates/en/index.html (acesso em 22/09/2006).
- Peterson, A.T., D.A. Viegals e J.K. Andreasen (2003) Migratory birds modeled as critical transport agents for West Nile Virus in North America. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases* 3: 27-37.
- _____, N. Komar, O. Komar, A. Navarro-Singüenza, M.B. Robbins e E. Martinez Meyer (2004) West Nile virus in the New World: potential impacts on bird species. *Bird Conservation International* 14: 215-232.
- Rappole, J.H., S.R. Derrickson e Z. Hubalek (2000) Migratory birds and spread of West Nile Virus in the Western Hemisphere. *Emerg. Infect. Dis.* 6: 319-328.
- _____ e Z. Hubálek, Z. (2006) Birds and influenza H5N1 virus movement to and within North America. *Emerg. Infect. Dis.* [serial on the Internet]. <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol12no10/05-1577.htm>
- Subbarao, K.; A. Klimov, J. Katz, H. Regnery, W. Lim, H. Hall, M. Perdue, D. Swayne, C. Bender, J. Huang, M. Hemphill, R. Rowe, M. Shaw, X.Y. Xu, K. Fukuda e N. Cox (1998) Characterization of an avian influenza A (H5N1) virus isolated from a child with a fatal respiratory illness. *Science* 279: 393-396.
- Sick, H. (1997) *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Stotz, D.F., J.W. Fitzpatrick, T.A. Parker III e D.K. Moskovits (1996) *Neotropical birds: Ecology and Conservation*. Chicago and London: The University of Chicago.
- USGS – United States Geological Service (2006) List of Species Affected by H5N1 (Avian Influenza). USGS National Wildlife Health Center. http://www.nwhc.usgs.gov/disease_information/avian_influenza/affected_species_chart.jsp (acesso em 21/09/2006).
- Vooren, C.M. e L.F. Brusque (1999) As Aves do Ambiente Costeiro do Brasil: Biodiversidade e Conservação. Relatório técnico: Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeiras e Marinha, 1999.
- Weaver, S.C. e A.D.T. Barrett (2004) Transmission cycles, host range, evolution and emergence of arboviral disease. *Nature Reviews Microbiology* 2: 789-801.
- Webby, R.J. e R.G. Webster (2003) Are we ready for pandemic influenza? *Science* 302: 1519-1522.
- Webster, R.G; W.J. Bean, O.T. Gorman, T.M. Chambers e Y. Kawaoka (1992) Evolution and Ecology of Influenza A Viruses. *Microbiological Reviews* 56: 152-179.
- Zuckerman, J.N. (2003) The traveller and West Nile virus. *Travel Medicine and Infectious Disease* 1: 149-152.