



# NETLOG 2021

International Conference on Network  
Enterprises & Logistics Management

## Proposta para o uso de parâmetros de previsão meteorológica no controle de áreas de risco de criadouros e focos de propagação de infecções

Mammoli, M. <sup>1\*</sup>, Torres, J.G.M. <sup>1,2</sup>, Teodoro, A.L.A. <sup>1</sup>, Souza, C.C. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC

<sup>2</sup>Universidade Paulista - UNIP

marco.mammoli@sp.senac.br\*

### Resumo

O mapeamento das áreas de risco de criadouros, dos vetores biológicos que transmitem Dengue, *Zyka* e *Chikungunya*, é importante para o controle dessas doenças. Até 2085, cerca de 50% da população mundial viverá em áreas de alto risco de doenças transmitidas por mosquitos: Malária, Dengue, *Zika*, *Chikungunya*, Febre Amarela Urbana. Alterações climáticas, aquecimento global, podem aumentar a distribuição de doenças transmitidas por vetores por oferecer condições de distribuição dos mesmos em áreas anteriormente frias. Entre 2015 e 2016 ocorreu no Brasil, uma epidemia de *Zyka* vírus e pode ter sido impulsionada pelo *El Niño*. Pesquisadores da Universidade de Liverpool relacionaram o *El Niño* de 2015 e 2016 - um dos mais fortes dos últimos anos - e a epidemia de *Zika* na América do Sul, América do Norte e Ásia. Aumentando a temperatura os parâmetros biológicos do mosquito aumentam, inclusive a frequência de picadas, de 15 em 15 para 4 em 4 dias. Plataformas espaciais são usadas na coleta de dados climáticos para prever a dinâmica da disseminação de doenças transmitidas por vetores. Propomos o desenvolvimento de alunos do ensino fundamental e secundário para observação, identificação e envio de dados sobre o aparecimento do *Aedes Aegypti* vinculado aos dados de nichos ecológicos. Pois, dados confiáveis coletados no solo são importantes para modelações computacionais baseadas em dados de satélite, permitindo uma modelagem mais precisa dos cenários e melhor planejamento de ações preventivas.

**Palavras-chave:** Dengue, *Zika*, epidemia, *El Niño*, nicho ecológico.

### Abstract

The mapping of breeding risk areas, of the biological vectors that transmit Dengue, *Zyka* and *Chikungunya*, is important for the control of these diseases. By 2085, about 50% of the world's population will live in areas at high risk for mosquito-borne diseases: Malaria, Dengue, *Zika*, *Chikungunya*, Urban Yellow Fever. Climate change, global warming, can increase the distribution of vector-borne diseases by offering conditions for their distribution in previously cold areas. Between 2015 and 2016, an epidemic of *Zyka* virus occurred in Brazil and may have been driven by *El Niño*. Researchers at the University of Liverpool have linked *El Niño* in 2015 and 2016 - one of the strongest in recent years - and the *Zika* epidemic in South America, North America and Asia. By increasing the temperature, the biological parameters of the mosquito increase, including the frequency of bites, from 15 in 15 to 4 in 4 days. Space platforms are used to collect climate data to predict the dynamics of the spread of vector-borne diseases. We propose the development of elementary and secondary school students to observe, identify and send data on the appearance of *Aedes Aegypti* linked to data from ecological niches. Because reliable data collected on the ground are important for computational modeling based on satellite data, allowing for more accurate modeling of scenarios and better planning of preventive actions.

**Keywords:** Dengue, *Zika*, epidemic, *El Niño*, ecological niche.

São Paulo, 2 – 5 de maio de 2021

## Resumen

El mapeo de las áreas de riesgo de reproducción, de los vectores biológicos que transmiten el Dengue, Zika y Chikungunya, es importante para el control de estas enfermedades. Para 2085, aproximadamente el 50% de la población mundial vivirá en áreas con alto riesgo de enfermedades transmitidas por mosquitos: malaria, dengue, zika, chikungunya, fiebre amarilla urbana. El cambio climático, el calentamiento global, pueden incrementar la distribución de enfermedades transmitidas por vectores al ofrecer condiciones para su distribución en áreas previamente frías. Entre 2015 y 2016, se produjo una epidemia del virus Zika en Brasil y puede haber sido impulsada por El Niño. Investigadores de la Universidad de Liverpool han relacionado El Niño en 2015 y 2016, uno de los más fuertes de los últimos años, y la epidemia de Zika en América del Sur, América del Norte y Asia. Al aumentar la temperatura, los parámetros biológicos del mosquito aumentan, incluida la frecuencia de las picaduras, de 15 en 15 a 4 en 4 días. Las plataformas espaciales se utilizan para recopilar datos climáticos para predecir la dinámica de la propagación de enfermedades transmitidas por vectores. Proponemos el desarrollo de estudiantes de primaria y secundaria para observar, identificar y enviar datos sobre la aparición de *Aedes Aegypti* vinculados a datos de nichos ecológicos. Porque los datos fiables recopilados en tierra son importantes para el modelado computacional basado en datos satelitales, lo que permite un modelado más preciso de los escenarios y una mejor planificación de las acciones preventivas.

**Palabras clave:** *Dengue, Zika, epidemia, El Niño, nicho ecológico.*

## 1 Introdução

Ao final de 2015 e início de 2016 ocorreu uma epidemia de *Zika* no Brasil que se espalhou pelo país - principalmente na região Nordeste. É muito provável que essa epidemia foi impulsionada pelo *El Niño*, fenômeno meteorológico muito conhecido, causado pelo aquecimento das águas do oceano Pacífico e interferindo e impactando o clima em todo o planeta. Esse fenômeno tende a aumentar a temperatura global ao liberar o calor do mar para a atmosfera (Caminade et al., 2017).

Pesquisadores da Universidade de *Liverpool*, na Inglaterra, descobriram uma relação entre o *El Niño*, registrado entre 2015 e 2016, um dos mais fortes dos últimos anos, e a epidemia de *Zika*, que se espalhou pela América do Sul, América do Norte e Ásia neste período. Esses pesquisadores desenvolveram um modelo matemático baseado no clima para o risco de transmissão do *Zika* vírus incluindo as duas espécies chave de vetores de transmissão: o *Aedes Aegypti* e o *Aedes albopictus* (Caminade et al., 2017; Suparit, Wiratsudakul and Modchang, 2018). As calibrações e parametrizações utilizaram as informações mais atualizadas disponíveis. O modelo foi conduzido com dados de temperatura e pluviometria do período que abrange 1950 a 2015. Como resultado, observou-se que a transmissão está relacionada a condições meteorológicas favoráveis ao desenvolvimento do ciclo vital dos vetores biológicos, e que 2015, foi o ano de maior transmissão da doença na América do Sul desde 1950 (Caminade et al., 2017).

O ciclo de vida dos mosquitos é acelerado com o aquecimento global e a taxa de mortalidade das larvas diminui. A OMS (Organização Mundial de Saúde), em fevereiro de 2016, declarou a epidemia de *Zika* emergência de saúde pública de preocupação internacional (Imperato, 2016).

Os mosquitos têm sangue frio e para se desenvolverem e reproduzirem necessitam de umidade e calor adequados. Com mais chuva e calor, os ovos do *Aedes Aegypti* se transformam mais rápido em mosquito encurtando seu estágio larval (Carlson CJ, et al, 2016). À medida que a temperatura aumenta, quase todos os parâmetros biológicos do mosquito *Aedes Aegypti* aceleram. A temperatura ideal de reprodução do *Aedes* varia de 30°C a 32°C. O metabolismo do mosquito acelera em temperaturas mais altas, ocorrendo o aumento: a taxa de reprodução do mosquito; da quantidade de ovos colocados pela

fêmea; da taxa de picadas; da vida útil dos mosquitos no estágio adulto; do tempo da fêmea no estágio adulto mais chance de reprodução; da taxa de transmissão viral e de sobrevivência das larvas até o estágio adulto, encurtando o estágio larval (Ryan et al., 2021).

Assim, a fêmea que picava uma pessoa de 15 em 15 dias, passa a picar de 4 em 4 dias, reforçando o modelo matemático desenvolvido por Suparit et al. (2018), que relaciona o número de picadas com a sazonalidade. Sabendo disso, o presente artigo busca mostrar que os efeitos das condições meteorológicas impactam no ciclo de vida do *Aedes Aegypti* e por consequência no aumento de casos de doenças nas quais ele é o vetor biológico (Rees, Petukhova, Mascarenhas, Pelcat & Ogden, 2018; Chouin-Carneiro et al., 2020).

## 2 Revisão de Literatura

Até a década de 1990 as características climáticas eram mais definidas e delimitadas, os verões eram quentes e úmidos e os invernos eram frios e secos. Devido às mudanças climáticas as estações não estão mais delimitadas e tem-se características atípicas no regime pluviométrico. Chove durante o ano todo e com isso existem condições para desenvolvimento dos vetores e doenças durante ao longo do ano. Como chuva e calor são essenciais para o desenvolvimento desses vetores, temos as condições ideais para a disseminação de doenças causadas por esses vetores. Saber a quantidade de precipitação que cai e onde cai ajuda a entender o clima de uma região (Rees et al., 2018; Chouin-Carneiro et al., 2020).

O compartilhamento dessas informações e medições de precipitação, com plataformas como a *Globe*, ajudam o programa de Medição Global de Precipitação, o satélite GPM, ao fornecer dados locais das escolas, instituições e residências. Se essa for a opção de trabalho, é necessário fazer o treinamento com a equipe *Globe* e ser credenciado para a inserção dos dados no aplicativo *Globe Observer*. O satélite GPM da NASA ajuda na compreensão das doenças transmitidas pela água, previsão do tempo, mudanças climáticas e disponibilidade de água doce. A umidade relativa do ar é medida pelos satélites *TERRA* e *ACQUA*. A cada dois dias essas medições são realizadas e seus dados alimentam vários bancos de dados. São aferidas a quantidade de vapor d'água da atmosfera relacionando com a quantidade máxima de vapor que a atmosfera poderia suportar na mesma temperatura. A umidade afeta o aquecimento e resfriamento do ar e o ar quente pode estar mais saturado de água do que o ar frio (NASA, 2021).

A relação concentração de umidade do ar/chuvas/concentração da população de mosquitos/temperatura é diretamente proporcional. Essa relação e os índices individuais são dados que permitem definir as ferramentas de trabalho, tanto para a prevenção como estabelecer a probabilidade de ocorrências de focos. Com as condições climáticas atuais e a participação de alunos, e cidadãos, na prevenção contra o “triângulo” Dengue, *Zyka* e *Chikungunya* tem por objetivo detectar o vetor *Aedes Aegypti* e seu ambiente ideal de proliferação, a água parada (Chien et al., 2018).

Segundo o programa *Globe Observer* (2021), o monitoramento e levantamento de dados sobre mapeamento dos mosquitos, podem nos informar sobre:

- localização, quantidade e identificação de espécies de mosquitos;
- modelagem;
- previsão de localização e tempo de futuros surtos;
- impacto das mudanças climáticas no ciclo de vida dos mosquitos;
- ecologia: compreender mudanças na localização e distribuição de espécies;
- valorização de cientistas, cidadãos, professores e alunos no controle de vetores.

Para o levantamento dos dados sobre mapeamento dos mosquitos surgem várias interfaces importantes para o desenvolvimento e a compreensão da proposta (Globe Observer, 2021). Ao buscar o conhecimento sobre os vetores biológicos de transmissão da Dengue, *Zyca* e *Chikungunya*, aparece a necessidade de expandir a área de estudo sobre o ciclo de vida desses vetores biológicos como:

- relações ecológicas do ciclo de vida do *Aedes Aegypti*;
- condições mínimas adequadas ao seu desenvolvimento;
- estudo da influência dos macro e micro climas;
- estudo da influência dos nichos ecológicos;
- fatores que aumentam a velocidade do ciclo de vida do *Aedes Aegypti*;
- tipos de nichos de cobertura vegetal mais favoráveis e desfavoráveis;
- tipos de nichos de cobertura aquática mais favoráveis e desfavoráveis
- ambientes urbanos favoráveis e desfavoráveis.

Cada variável tem relacionamento direto ou indireto entre si, bem como podem se autorregular de forma direta ou indireta. Além disso, o fator humano atua significativamente em todas as variáveis. Mapear e conhecer a dinâmica de cada variável e de seus relacionamentos intrínsecos e extrínsecos impacta na sustentabilidade do planeta (Chouin-Carneiro et al., 2020).

### 3 Materiais e métodos

Desenvolver projeto de verificação e controle do *Aedes Aegypti*, usando parâmetros de previsão meteorológicas no controle de áreas de risco de criadouros e focos de propagação de infecções, associado às condições meteorológicas. Criar equipes multidisciplinares de alunos, professores e voluntários para, após treinamento, construir aparelhos simples de medição (pluviômetros e armadilhas), instalar a varredura e coletar os dados meteorológicos de temperatura, umidade do ar e fluxo de chuvas. Envolver alunos das áreas da saúde para a troca de informações e de conhecimentos entre todos os participantes bem como atender as necessidades específicas da comunidade que realiza a pesquisa e o monitoramento. Relacionar os dados de incidência do *Aedes Aegypti* e os parâmetros meteorológicos coletados e compartilhá-los. Na Tabela 1 detalha-se, resumidamente, materiais e condutas para realização da proposta.

Tabela 1. Materiais e condutas para coleta de dados.

<b>Instrumentos</b>	Higrômetro digital e termômetro acoplado
<b>Ficha de dados</b>	Ficha de dados de investigação atmosférica
<b>Quando</b>	Dentro do espaço de uma hora do meio-dia solar
<b>Onde</b>	Abrigo de instrumentos ou ao ar livre
<b>Outros</b>	Folha de dados, computador e acesso à <i>internet</i>

Um exemplo muito bem-sucedido de coletas de dados e envolvimento de alunos e população em geral é o protocolo do programa *Globe Observer*, que recomenda que para garantir a comparação das medições em todo o mundo, é melhor fazer as coletas dos dados atmosféricos no meio-dia solar local (Globe Observer, 2021).

A obtenção de dados confiáveis, do solo, pelos alunos e cidadãos são muito úteis para modelamentos computacionais realistas baseadas em dados de satélite. Esses dados estão disponíveis no website GPM (*Global Precipitation Measurement*) (NASA, 2021).

O cruzamento dos dados do solo e dos satélites permitem uma modelagem matemática mais precisa dos cenários e, conseqüentemente, melhores condições logísticas de planejamento de ações preventivas e de criação de estratégias de enfrentamento de epidemias pelas administrações das cidades (Suparit et al., 2018). Através dos dados obtidos por esse monitoramento podem-se:

- localizar, quantificar e identificar as espécies dos vetores de transmissão;
- modelagem;
- fazer a previsão de localização e tempo de futuros surtos;
- compreender mudanças na localização e distribuição de espécies;
- estudar as interações ecológicas e seus impactos na distribuição dessas populações de vetores;
- demonstrar o impacto do engajamento da população envolvida nesse monitoramento no controle de vetores biológicos e nos criadouros artificiais.

As medições e verificações das variáveis (nichos ecológicos e análise das larvas coletadas em armadilhas), são os primeiros passos para a coleta de dados que permitirão um mapeamento, tanto no plano de microclimas como no de nichos ecológicos e no ciclo de vida das larvas do *Aedes Aegypti*.

A Tabela 2 descreve os materiais necessários para confeccionar os equipamentos de coleta de dados comparando custos entre estação digital e a montagem em módulos separados.

Tabela 2. Materiais para a construção dos equipamentos da estação de coleta de dados.

<b>Equipamentos</b>	<b>Confeção com materiais descartados</b>	<b>Digital ou Fabricado</b>
a) Armadilhas para larvas	1 garrafa pet 1 litro ou mais, fita isolante, tela plástica de mosquiteiro ou similar em tecido (3,0 x 3,0 cm), elástico comum (1).	Não encontrado
b) Higrômetro: umidade relativa do ar	1 garrafa pet 2 litros, 1 régua plástica de 30 cm, fita adesiva.	Higrômetro Bimetálico Inox Fundo Azul 0 A 100% <i>Incoterm</i> R\$ 64,00
c) Termômetro de máxima e mínima	Não executável	Bulbo e imã. R\$ 80,00
Custo a + b + c		R\$ 181,00
d) Estação digital simplificada	Não executável	Estação digital com Termômetro de Máxima-Mínima e Higrômetro mais sonda <i>Htc-2</i> a (R\$ 59,00). Pilha comum
e) Mini microscópio para celular	Não executável	Mini Microscópio Lupa Tubo Metal 60x LEDs Uso Manual/celular (R\$ 37,00)
C + D Custo por unidade de coleta 10/2020		R\$ 96,00

Observar que a construção da armadilha utiliza materiais recicláveis, o higrômetro pode ser feito com materiais recicláveis ou ser adquirido. A opção de se construir o higrômetro é uma etapa interessante ao aprendizado dos alunos pois envolve a aplicação de vários conceitos estudados nas séries do ensino fundamental, bem como a conversão dos volumes captados pelo recipiente. Porém, a estação digital permite medidas mais padronizadas e com menor chance de erros de interpretação das medidas.

Cada grupo de alunos, ou unidade de coleta necessita de um celular com boa resolução de imagem, pois as larvas devem ser documentadas para envio e checagem de suas características. Essas atividades podem ser orientadas pelo modo remoto, portanto podemos envolver mais alunos para fazerem o rastreamento em seus endereços. Dessa forma ampliaríamos o número de verificações por área. Para acompanhar o desenvolvimento do projeto será criada uma sala de aula virtual na plataforma *Microsoft TEAMS* e no aplicativo *WhatsApp*. Participantes: toda a comunidade de alunos, professores e funcionários da unidade e das escolas parceiras. Na Tabela 3 temos a apresentação dos grupos de trabalho e os desdobramentos que a coleta de dados permite dentro de um ambiente escolar.

Tabela 3. Parceiros de trabalho e desdobramentos

PARCEIROS	EXEMPLOS de DESDOBRAMENTOS
EEEI Olímpio Catão – fundamentais 1 e 2 <i>Estão vinculados ao Clube de Ciências</i>	P.I.; Saúde Pública, Prevenção, Controle do M. A., Descartes, Saúde ocupacional e coletiva
Professores e Funcionários da Unidade Senac SJC	Mapeamento domiciliar

Na Tabela 4 mostramos um exemplo de envolvimento de cursos distintos e desdobramentos do trabalho em várias competências de aprendizado entre as equipes dos cursos técnicos, ensino médio e comissões da unidade.

Tabela 4. Exemplo de envolvimento de cursos e de desdobramentos de competências de aprendizado em nossa instituição.

CURSO/COMISSÕES	EXEMPLOS de DESDOBRAMENTOS
E. Médio	P.I.; Saúde Pública, Prevenção, Controle do M. A., Descartes, Saúde ocupacional e coletiva
Aprendizagem	P.I.; Saúde Pública, Prevenção, Controle do M. A., Descartes, Saúde ocupacional e coletiva
Enfermagem	P.I.; Saúde Pública, Prevenção
Estética	P.I.; Saúde Pública, Prevenção
Meio Ambiente	P.I.; Saúde Pública, Prevenção, Controle do meio ambiente
TST	P.I.; Saúde Pública, Prevenção, Controle do meio ambiente, Saúde ocupacional e coletiva
CIPA/SGA	Prevenção, Controle do meio ambiente, descartes, Saúde ocupacional e coletiva

Todas as equipes envolvidas nesse projeto serão abordadas da seguinte forma:

**Parte 1:** Orientações sobre como usar as plataformas de comunicação.

**Parte 2:** Apresentação do projeto *on-line*. Contextualizar a proposta de trabalho para nossa região, país, planeta. Abrir plenária *on-line* para:

- Discussão sobre as doenças transmitidas pelo *Aedes Aegypti*;
- O que podemos fazer para nos proteger?
- Como podemos ajudar nessa rede de coleta de dados mundial?
- O que seria um “Cientista”?
- Você gostaria de ser um “Cientista”?

Apresentação dos equipamentos e como são montados, ressaltando a importância:

- Do uso de materiais descartados;
- Cuidados com o manuseio das “ferramentas”;
- Atenção ao descarte do material que não foi utilizado.

Apresentação dos equipamentos e orientações quanto ao uso e cuidados:

- Lupa para celular;
- Estação digital com Termômetro de Máxima-Mínima e Higrômetro mais sonda Htc-2;
- Como e quando coletar os dados meteorológicos;
- Como e quando coletar os dados sobre as larvas;
- Como eliminar as larvas.

#### 4 Resultados e Discussão

É possível conseguir desdobramentos do núcleo de pesquisa em outros núcleos de interesse ou necessidade. Os desdobramentos aqui expostos são um exemplo de intersecção, com nossos projetos já em andamento no Clube de Ciências, que poderiam fazer trocas de experiências e oferecer suporte ao proposto nesse relatório.

O tema proposto nesse trabalho, além de atender aos objetivos e metas propostas pelo *Globe Observer*, permite a aplicação da filosofia PonteS, posto que a autonomia é um dos pilares das atividades de pesquisa proposta. Os ganhos e fomentos abrangem todos os participantes não importando a origem escolar/educacional da equipe ou do participante.

Entre esses ganhos temos a possibilidade de gerarmos dados, suposições, constatações e conclusões que permitirão a confecção de aulas, cursos livres, trabalhos e artigos para várias áreas do conhecimento humano dada ao número imenso de intersecções e interrelações do tema e seus atores (Tabela 5).

Tabela 5. Intersecções e interrelações do tema e seus atores

Projeto	Equipes	Desdobramentos	Metodologias	Ganhos/Fomentos
Verificação e controle do <i>Aedes Aegypti</i> associado às condições meteorológicas	Unidade Senac SJC- Aprendizagem, Ensino Médio, Técnico e comissões da unidade	Ecologia / <i>Smart Cities</i> Microclimas/Arduíno/ Energias renováveis/ Estação meteorológica digital/ Geração de dados para saúde.	PonteS e STEAM	<i>Living Lab</i> . Todos os projetos e desdobramentos. Troca de dados entre todos os pesquisadores. Produção de trabalhos científicos. Participação de pesquisas em nível mundial. Empreendedorismo de base tecnológica
Verificação e controle do <i>Aedes Aegypti</i> associado às condições meteorológicas	Parceiros- EEEI Olímpio Catão Outras unidades escolares, professores e funcionários	Ecologia / <i>Smart Cities</i> Microclimas/Arduíno/ Energias renováveis/ Estação meteorológica digital/ Geração de dados para saúde	PonteS e STEAM	<i>Living Lab</i> . Todos os projetos e desdobramentos. Troca de dados entre todos os pesquisadores. Produção de trabalhos científicos. Participação de pesquisas em nível mundial. Empreendedorismo de base tecnológica

O acompanhamento das equipes será executado durante e após os processos de coleta, formatação dos dados, envio de dados, realização dos trabalhos e *feedbacks* para as equipes em geral. Esse trabalho é contínuo, dada as necessidades de mapeamento constante e da geração de dados para se estabelecer padrões de comportamento do clima/surtos. Dentro do plano de trabalho a continuidade será feita pelas equipes que terminam o ciclo escolar (9º ano fundamental e 3º do ensino médio) ao treinar os novos colegas das séries anteriores (8º ano fundamental e 1º do ensino médio).

## 5 Conclusão

O envolvimento da comunidade escolar no projeto é fator primordial, pois a proposta tem transversalidades que permitem a abordagem de diferentes frentes contemplando várias competências, habilidades e saberes de todos os envolvidos o que permite diálogos entre as frentes do escopo escolar mais completo.

O acompanhamento dos dados e sua modelagem compartilhada, com grupos de pesquisa e o poder público, permitirá atuarmos um passo à frente no desenvolvimento das larvas facilitando o lançamento de atitudes preventivas de baixo impacto ambiental, além de reforçar as ações de proteção e preservação do meio ambiente. O envolvimento de equipes de saúde, alunos e público em geral permitirá troca de informações e conhecimentos entre os participantes. O estudo sobre os vetores biológicos e urbanos de transmissão da Dengue, *Zyka* e *Chikungunya* mostra a necessidade de expandirmos nossa área de estudo sobre o ciclo de vida de vetores e variáveis biológicas e urbanos.

Cada variável tem relacionamento direto ou indireto entre si, bem como podem se autorregular de forma direta ou indireta. Além disso, o fator humano atua significativamente em todas as variáveis. Mapear e conhecer a dinâmica de cada variável e de seus relacionamentos intrínsecos e extrínsecos impacta na sustentabilidade do planeta.

## Agradecimentos

Agradecemos o apoio do Clube de Ciências do Senac São José dos Campos e da EEEI Olímpio Catão, representados pelas diretoras, coordenadoras pedagógicas, pelas professoras, professores e alunos participantes do 8º e 9º ano fundamental II, para a realização desta pesquisa.

## Referências

- Caminade, C., Turner, J., Metelmann, S., Hesson, J., Blagrove, M., Solomon, T., Morse, A. and Baylis, M., 2016. Global risk model for vector-borne transmission of Zika virus reveals the role of El Niño 2015. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(1), pp.119-124.
- Carlson, C., Dougherty, E. and Getz, W., 2016. An Ecological Assessment of the Pandemic Threat of Zika Virus. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 10(8), p.e0004968.
- Chien, L., Lin, R., Liao, Y., Sy, F. and Pérez, A., 2018. Surveillance on the endemic of Zika virus infection by meteorological factors in Colombia: a population-based spatial and temporal study. *BMC Infectious Diseases*, 18(1).
- Chouin-Carneiro, T., David, M., de Bruycker Nogueira, F., dos Santos, F. and Lourenço-de-Oliveira, R., 2020. Zika virus transmission by Brazilian *Aedes Aegypti* and *Aedes albopictus* is virus dose and temperature-dependent. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 14(9), p.e0008527.



- Ferreira, M., 2014. Geographical distribution of the association between El Niño South Oscillation and dengue fever in the Americas: a continental analysis using geographical information system-based techniques. *Geospatial health*, 9(1), p.141.
- Globe Observer, P., 2021. GLOBE Observer Home - GLOBE Observer - GLOBE.gov. [online] Observer.globe.gov. Available at: <<https://observer.globe.gov/>> [Accessed 4 April 2021].
- Hess, J., Boodram, L., Paz, S., Stewart Ibarra, A., Wasserheit, J. and Lowe, R., 2020. Strengthening the global response to climate change and infectious disease threats. *BMJ*, p.m3081.
- Imperato, P., 2016. The Convergence of a Virus, Mosquitoes, and Human Travel in Globalizing the Zika Epidemic. *Journal of Community Health*, 41(3), pp.674-679.
- Kauffman, E. and Kramer, L., 2017. Zika Virus Mosquito Vectors: Competence, Biology, and Vector Control. *The Journal of Infectious Diseases*, 216(suppl\_10), pp.S976-S990.
- NASA, 2021. GPM - Global Precipitation Measurement. [online] NASA. Available at: <[https://www.nasa.gov/mission\\_pages/GPM/main/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/GPM/main/index.html)> [Accessed 4 April 2021].
- Rees, E. E., Petukhova, T., Mascarenhas, M., Pelcat, Y., & Ogden, N. H. (2018). Environmental and social determinants of population vulnerability to Zika virus emergence at the local scale. *Parasites & vectors*, 11(1), 1-13.
- Ryan, S., Carlson, C., Tesla, B., Bonds, M., Ngonghala, C., Mordecai, E., Johnson, L. and Murdock, C., 2020. Warming temperatures could expose more than 1.3 billion new people to Zika virus risk by 2050. *Global Change Biology*, 27(1), pp.84-93.
- Suparit, P., Wiratsudakul, A. and Modchang, C., 2018. A mathematical model for Zika virus transmission dynamics with a time-dependent mosquito biting rate. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, 15(1).