

## **Investigação sobre a circulação de arbovírus em populações humanas vivendo no Município de Parauapebas e Canaã de Carajás, localizado na mesorregião do Sudeste do estado do Pará**

Research on the circulation of arboviruses in human populations living in the Municipalities of Parauapebas and Canaã de Carajás, located in the southeastern mesoregion of the state of Pará

Investigación sobre la circulación de arbovirus en poblaciones humanas residentes en los Municipios de Parauapebas y Canaã de Carajás, ubicados en la mesorregión sureste del estado de Pará

Recebido: 22/01/2022 | Revisado: 29/01/2022 | Aceito: 06/02/2022 | Publicado: 12/02/2022

### **Ana Paula da Silva Ribeiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5101-6158>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: apaularibeiro15@hotmail.com

### **Jannifer Oliveira Chiang**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6667-2796>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: janniferchiang@iec.gov.br

### **Milene Silveira Ferreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8278-6841>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: mileneferreira@iec.gov.br

### **Daniele Freitas Henriques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9576-6620>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: danielhenriques@iec.gov.br

### **Camille Ferreira de Oliveira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3859-0061>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: camille.oliveira@gmail.com

### **Valeria Lima Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8385-8253>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: valeriacarvalho@iec.pa.gov.br

### **Eliana Vieira Pinto da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3319-1854>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: elianapinto@iec.pa.gov.br

### **Raimunda do Socorro da Silva Azevedo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1932-9976>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: raimundaazevedo@iec.gov.br

### **Lívia Caricio Martins**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9400-2036>  
Instituto Evandro Chagas, Brasil  
E-mail: liviamartins@iec.gov.br

### **Resumo**

O presente estudo visou investigar a circulação de arbovírus em indivíduos sintomáticos com quadro de síndrome febril aguda e icterica atendidos no Município de Parauapebas e Canaã de Carajás, nos anos de 2008 a 2010. O banco de dados foi gerado a partir da aplicação de questionários clínico-epidemiológicos no Município de Parauapebas e Canaã de Carajás realizado pelo Instituto Evandro Chagas no período de 2008 a 2010 com intuito de realizar a investigação epidemiológica de arbovírus nessas regiões que sofrem ações antropogênicas. Foram analisados os dados sociodemográficos (idade, sexo e ocupação) e os resultados laboratoriais oriundos de métodos virológicos, como o isolamento viral em cultivo celular, e métodos sorológicos como a inibição da hemaglutinação e o teste Imunoenzimático para captura de anticorpos IgM, separados em dois grupos um com síndrome febril aguda e o outro com síndrome febril icterica o que gerou um banco com informações de 707 indivíduos contendo 1172 amostras já

processadas. Em relação ao perfil sócio demográfico, a faixa etária, dos indivíduos mais prevalentes foram a de 5 a 14 anos nas duas síndromes estudadas. O sexo masculino teve maior frequência, sendo que na síndrome febril icterica se destacou com maior prevalência com cerca de 59%. Levando em consideração a ocupação, verificou-se que o Técnico de Nível Médio foi o mais comum. Nos resultados laboratoriais, 968 (82,6%) apresentaram anticorpos totais através da Inibição da hemaglutinação para os gêneros Flavivirus, Alphavirus e Orthobunyavirus. Foi possível observar a diferença estatística na frequência das Arboviroses nos grupos estudados,  $p < 0,05$  entre as síndromes. No resultado do ELISA foi detectado anticorpos IgM para o vírus Dengue, Febre Amarela e Oropouche. No isolamento viral através da célula C6/36 foi isolado vírus Dengue sorotipo 1 e 2 e vírus Mayaro, evidenciando a fase aguda da infecção nos pacientes, demonstrando a circulação ativa dos vírus nestas áreas. Portanto o monitoramento da circulação de arbovírus nas populações que vivem em áreas de transformações ambientais é de extrema importância, pois permitem assim avaliar a emergência ou a re emergência das arboviroses.

**Palavras-chave:** Arbovírus; Epidemiologia; Diagnóstico laboratorial; Vigilância.

### Abstract

The present study aimed to investigate the circulation of arbovirus in symptomatic individuals with acute febrile syndrome and jaundice treated in the Municipalities of Parauapebas and Canaã de Carajás, from 2008 to 2010. The database was generated from the application of clinical questionnaires -epidemiological investigations in the Municipalities of Parauapebas and Canaã de Carajás carried out by the Evandro Chagas Institute from 2008 to 2010 with the aim of carrying out the epidemiological investigation of arboviruses in these regions that suffer anthropogenic actions. Sociodemographic data (age, sex and occupation) and laboratory results from virological methods, such as viral isolation in cell culture, and serological methods such as hemagglutination inhibition and the enzyme immunoassay for capturing IgM antibodies, were analyzed, separated into two groups, one with acute febrile syndrome and the other with icteric febrile syndrome, which generated a database with information on 707 individuals containing 1172 samples already processed. Regarding the socio-demographic profile, the age group of the most prevalent individuals was 5 to 14 years old in the two syndromes studied. The male sex was more frequent, and the febrile jaundice syndrome stood out with a higher prevalence with about 59%. Taking into account the occupation, it was found that the Medium Level Technician was the most common. In the laboratory results, 968 (82.6%) had total antibodies through Hemagglutination Inhibition for Flavivirus, Alphavirus and Orthobunyavirus genera. It was possible to observe the statistical difference in the frequency of Arboviruses in the studied groups,  $p < 0.05$  between the syndromes. In the ELISA result, IgM antibodies to Dengue, Yellow Fever and Oropouche virus were detected. In the viral isolation through the C6/36 cell, Dengue virus serotypes 1 and 2 and Mayaro virus were isolated, evidencing the acute phase of the infection in the patients, demonstrating the active circulation of the viruses in these areas. Therefore, monitoring the circulation of arboviruses in populations living in areas of environmental transformation is extremely important, as it allows the assessment of the emergence or re-emergence of arboviruses.

**Keywords:** Arbovirus; Epidemiology; Laboratory diagnosis; Surveillance.

### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo investigar la circulación de arbovirus en individuos sintomáticos con síndrome febril agudo e ictericia atendidos en los Municipios de Parauapebas y Canaã de Carajás, de 2008 a 2010. La base de datos se generó a partir de la aplicación de cuestionarios clínicos - investigaciones epidemiológicas en el Municipios de Parauapebas y Canaã de Carajás realizado por el Instituto Evandro Chagas de 2008 a 2010 con el fin de realizar la investigación epidemiológica de arbovirus en estas regiones que sufren acciones antrópicas. Se analizaron datos sociodemográficos (edad, sexo y ocupación) y resultados de laboratorio de métodos virológicos, como el aislamiento viral en cultivo celular, y métodos serológicos como la inhibición de la hemaglutinación y el inmunoensayo enzimático para la captura de anticuerpos IgM, separados en dos grupos, uno con síndrome febril agudo y otro con síndrome febril icterico, lo que generó una base de datos con información de 707 individuos que contenía 1172 muestras ya procesadas. En cuanto al perfil sociodemográfico, el grupo de edad de los individuos más prevalentes fue de 5 a 14 años en los dos síndromes estudiados. El sexo masculino fue más frecuente, destacándose el síndrome de ictericia febril con mayor prevalencia con alrededor del 59%. Teniendo en cuenta la ocupación, se encontró que el Técnico de Nivel Medio fue el más común. En los resultados de laboratorio, 968 (82,6%) presentaron anticuerpos totales por Inhibición de la Hemaglutinación para los géneros Flavivirus, Alphavirus y Orthobunyavirus. Fue posible observar la diferencia estadística en la frecuencia de Arbovirus en los grupos estudiados,  $p < 0,05$  entre los síndromes. En el resultado de ELISA se detectaron anticuerpos IgM para virus Dengue, Fiebre Amarilla y Oropouche. En el aislamiento viral a través de la célula C6/36 se aislaron virus Dengue serotipos 1 y 2 y virus Mayaro, evidenciándose la fase aguda de la infección en los pacientes, demostrando la circulación activa de los virus en estas zonas. Por lo tanto, monitorear la circulación de arbovirus en poblaciones que viven en áreas de transformación ambiental es extremadamente importante, ya que permite evaluar la emergencia o reemergencia de arbovirus.

**Palabras clave:** arbovirus; Epidemiología; Diagnóstico de laboratorio; Vigilancia.

## 1. Introdução

Os arbovírus são vírus transmitidos por artrópodes hematófagos, sendo alguns, responsáveis por graves problemas de saúde pública na maioria dos continentes, exceto na Antártica. O termo arbovírus tem origem na expressão inglesa arthropod-borne, acrescida da palavra vírus (Vasconcelos, 2013; Travassos-da-Rosa, et al., 1997). Esses vírus são classificados segundo suas propriedades físico-químicas em seis principais famílias *Flaviviridae*, *Togaviridae*, *Rhabdoviridae*, *Peribunyaviridae*, *Reoviridae* e *Phenuiviridae* (ICTV, 2019).

A maioria dos arbovírus são zoonóticos mantidos em ambientes silvestres entre artrópodes hematófagos e vertebrados silvestres, sendo a infecção humana na maioria das vezes acidental. No entanto, alguns arbovírus se mantêm em ciclos urbanos, sendo o homem o hospedeiro principal e os artrópodes hematófagos urbanos os transmissores. Esses vírus causam doenças chamadas de arbovirose. (Lopes, Nozawa, Linhares, 2014; Vasconcelos, 2013).

Os arbovírus em sua maioria são encontrados em ambientes silvestres, no entanto, a sua presença também tem sido detectada em ambientes urbanos. A distribuição geográfica dos arbovírus é ampla, tanto nas regiões tropicais como nas temperadas. Entretanto, observa-se nítida predominância dos arbovírus nas regiões tropicais, certamente por oferecerem condições ecológicas mais favoráveis. De fato, a Amazônia brasileira mantém a maior variedade de arbovírus até hoje reconhecida, o que se deve a grande biodiversidade encontrada nesta região (Vasconcelos, 2013; Silva et al., 2017)

O diagnóstico laboratorial é essencial para o monitoramento da circulação dos arbovírus, assim como para estabelecer áreas mais suscetíveis a epidemias e surtos (Azevedo, 2007). O método mais específico para o diagnóstico de arbovírus é a transcrição reversa seguida da reação em cadeia da polimerase (RT-PCR), que possui o intuito de detectar o RNA viral, sendo que a visualização do produto da amplificação é feita através de eletroforese em gel de agarose ou southern blot (Azevedo, 2007; Korsman, 2014). Quanto aos testes sorológicos, é sempre desafiador por conta da circulação simultânea de diversos arbovírus pertencentes à mesma família ou gênero viral aumentando assim as reações de cruzamento sorológicos. As principais metodologias sorológicas utilizadas na vigilância epidemiológica dos arbovírus são: a inibição da hemaglutinação (IH) e o ensaio imunoenzimático para a pesquisa de IgM (MAC-ELISA). O primeiro é um teste de fácil execução e não requer equipamentos muito complexos, e baseia-se na capacidade de hemaglutinação de um determinado vírus, a qual é bloqueada quando o mesmo reage com o anticorpo específico. Em contrapartida, o segundo baseia-se na detecção da imunoglobulina IgM encontrada circulante no sangue do paciente, geralmente a partir do quinto dia após a infecção (Vasconcelos et al., 2009; Santos et al., 2013).

Muitos dos arbovírus identificados ao longo do tempo pelo Instituto Evandro Chagas foram provenientes de ações de vigilância em saúde, principalmente no que diz respeito a ações voltadas para a avaliação de impactos ambientais produzidos por ações antrópicas, geradas a partir da complexidade de crescimento desordenado das cidades tem gerado a proliferação de vetores como o *Aedes albopictus* acarretando uma vulnerabilidade na população. Outro agravante é a ausência de vacinas para maioria dos arbovírus deixando a profilaxia somente para medidas de controle vetorial por isso é desafiador o combate as arbovirose (Wermelinger, 2022).

As alterações ambientais observadas no município de Parauapebas e Canaã de Carajás diante da implantação de projetos de mineração podem acarretar a emergência e reemergência de arbovírus nessa região, com destaque para os vírus dos gêneros *Flavivirus*, *Alphavirus* e *Orthobunyavirus*. As espécies virais mais evidenciadas nessa região são: o Vírus Dengue (VDEN), Vírus Oropouche (VORO), Vírus Mayaro (VMAY) e Vírus Chikungunya (VCHIK) (Camara, 2016; Brasil, 2017). O monitoramento da circulação de arbovírus em populações que vivem em áreas de transformações ambientais é de extrema importância, pois irá fornecer informações sobre o entendimento dos mecanismos de transmissão e manutenção desses vírus nas regiões estudadas permitindo assim a aplicação de ações preventivas mais efetivas.

Além disso, essas regiões acabam apresentando um grande fluxo migratório na busca de trabalho e melhores condições de vida. Assim, é importante avaliar a dinâmica da circulação dos arbovírus nas populações humanas ao longo dos anos a medida

que as alterações ambientais foram ocorrendo nessas áreas, assim o presente estudo visa investigar a circulação de arbovírus em indivíduos sintomáticos nos municípios de Parauapebas e Canaã de Carajás.

## 2. Metodologia

### Tipo de estudo

Estudo transversal, retrospectivo de abordagem quantitativa de informações epidemiológicas, clínicas e laboratoriais contidas nos questionários clínico-epidemiológicos aplicados pelo Instituto Evandro Chagas (IEC) em pacientes com síndrome febril aguda e icterica, atendidos no serviço de saúde do Município de Parauapebas e Canaã de Carajás, nos anos de 2008 a 2010. Este trabalho foi realizado na Seção de Arbovirologia e Febre Hemorrágicas (SAARB) do IEC em Ananindeua-Pará.

### Área investigada

O estudo foi desenvolvido no Município de Parauapebas e Canaã de Carajás, localizado na mesorregião do Sudeste do estado do Pará. Nos últimos anos, essa região vem passando por transformações ambientais importantes devido a implantação de diversos projetos de exploração mineral, o que acaba acarretando um aumento do fluxo migratório de pessoas na busca de melhores condições de vida, além disso o crescimento desordenado do município e dos aglomerados urbanos próximos a esses projetos.

### População de estudo

A população estudada foi composta por pacientes atendidos no serviço de saúde do Município de Parauapebas/PA, nos anos de 2008 a 2010 no qual gerou uma fonte de dados com 707 pacientes para traçar o perfil sociodemográfico e 1.172 amostras com seus respectivos resultados laboratoriais.

### Diagnóstico

A confirmação laboratorial dos agravos investigados foi através de métodos sorológicos como o teste de inibição de hemaglutinação (IH) que detecta anticorpos totais para arbovírus e é considerado um teste de triagem, porém é muito utilizado para trabalhos epidemiológico pois detecta anticorpos totais a longo período (Shope, 1963). No teste do IH foi utilizado um painel com 19 tipos diferentes de arbovírus pertencentes aos gêneros: Alphavirus - Vírus Encefalite Equina Leste (VEEE), Vírus Encefalite Equina Oeste (VWEE), VMAY, Vírus Mucambo (VMUC) e VCHIK; Flavivirus - Vírus Nilo ocidental (VNO), Vírus Febre Amarela (VFA) Cepa selvagem e vacinal (17D), Vírus Ilhéus (VILH), Vírus Encefalite Saint Louis (VSLE), Vírus Rocio (VROC), VDEN-1, VDEN-2 VDEN-3 VDEN-4 e Orthobunyavirus - Vírus Tacaiuma (VTCM), VORO, Vírus Catu (VCATU) e o teste Imunoenzimático (ELISA) para captura de anticorpos IgM foram testados os arbovírus VDEN, VFA, VMAY e VORO. O método virológico utilizado foi o isolamento viral em cultivo celular utilizando a célula C6/36 oriunda de clone de *Aedes albopictus*.

### Critérios de Inclusão e exclusão

Foram incluídos neste estudo indivíduos com Síndrome febril aguda (SFA) e Síndrome febril icterica aguda (SFI) residentes em Parauapebas e Canaã dos Carajás, e que tinham informações epidemiológicas, sindrômicas e laboratoriais completas nas fichas de investigação. Foram também selecionados os moradores e os funcionais da fábrica de mineração vale que apresentam um convenio com Instituto Evandro Chagas. Foram excluídos os indivíduos com informações epidemiológicas, clínicas e laboratorial incompletas ou com diagnostico indefinidos e que apresentaram síndromes respiratórias e diarreicas.

### Análise dos dados

Foram analisadas as seguintes variáveis: i) Epidemiológicas: sexo, idade, local de residência – Parauapebas, Canaã dos Carajás, diagnóstico laboratorial, ano do diagnóstico e ocupação e ii) Clínicas: SFA: quando relatado febre com duração de até três semanas, acompanhada ou não de sinais ou sintomas clínico específicos e SFI: quando foi relatado febre com duração de até três semanas e sinais clínicos de icterícia cutânea e ou mucosa. Para a categorização da ocupação dos indivíduos foi utilizada a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) (Brasil, 2010), instituída pela Portaria nº 397, de 9/10/2002 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) do Brasil. Os dados foram armazenados em uma planilha eletrônica do Microsoft Excel, foi construído tabelas e gráficos sendo aplicado percentual e frequência. Para as análises estatísticas, foi utilizado o programa BioStat 5.3, no qual os dados obtidos foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis considerando  $p < 0,05$  (AYRES, 2011)

### Aspectos éticos

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana do IEC/SVS/MS no dia 15 de maio de 2014, sob parecer do protocolo de número 671.801.

### 3. Resultados

Foram incluídos no estudo 707 indivíduos classificados no grupo dos sintomáticos, sendo este dividido em síndrome febril aguda ( $n = 604$ ) e síndrome febril icterícia aguda ( $n = 103$ ). Dentre as síndromes estudadas foi observado que a faixa etária, mais prevalente foi a de 5 a 14 anos representando 25% e 22% dos participantes com SFA e SFI, nesta ordem. O sexo masculino apresentou maior prevalência no grupo SFI, com 59%. Quanto a ocupação dos indivíduos incluídos no estudo, verificou-se que o Técnico de Nível Médio predominou nos dois grupos, com maior representatividade no grupo SFI, 27,2%, uma parte da população com SFA e SFI não informou a ocupação, 59,1% e 56,3% respectivamente. Não foram observadas diferenças estatísticas entre as variáveis estudadas,  $p > 0,05$  (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização dos dados sociodemográficos de pacientes com Síndrome Febril Aguda e Síndrome Febril Ictérica.

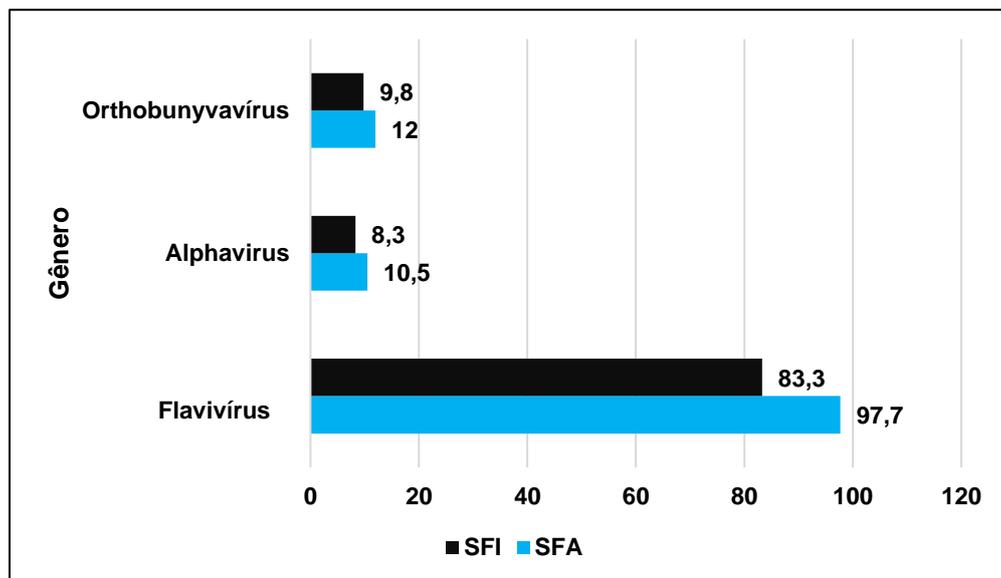
Variáveis	SFA N = 604		SFI N=103		p valor
	n	%	N	%	
<b>Faixa etária</b>					
0-4	94	16	17	17	
5-14	151	<b>25</b>	23	<b>22</b>	
15-24	100	17	18	17	
25-34	89	15	17	17	<b>0,99</b>
35-44	66	11	10	10	
45-54	47	8	10	10	
>55	57	9	8	8	
<b>Sexo</b>					
Feminino	289	48	42	41	<b>0,39</b>
Masculino	315	<b>52</b>	61	<b>59</b>	
<b>Ocupação</b>					
Forças Armadas, policiais e bombeiros militares	3	0,5	-	-	
Membros superiores do poder público, dirigentes de organização de interesse público e de empresa e gerentes	8	1,3	1	1	
Profissionais das ciências e das artes	15	2,5	2	1,9	<b>0,84</b>
Técnico de nível médio	114	<b>18,9</b>	28	<b>27,2</b>	

Trabalhadores de serviços administrativos	9	1,5	1	1,0
Trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados	98	16,2	13	12,6
Não informada	357	<b>59,1</b>	58	<b>56,3</b>
<b>Total</b>				<b>707</b>

Fonte: Protocolo da pesquisa (2010).

Dentre as 1.172 amostras investigadas de pacientes sintomáticos, 968 (82,6%) apresentaram anticorpos totais para algum dos 19 tipos de arbovírus testados pelo método da Inibição da Hemaglutinação. Entre os gêneros a maior prevalência foi do *Flavivírus*. A frequência entre as síndromes foi de 97,7% no grupo de SFA e 83,3% no de SFI. Não foi observada diferença estatística significativa entre os grupos (figura 1). Sendo observada 77,5 % e 81,5 % das reações heterotípicas pertencendo as SFA e SFI respectivamente.

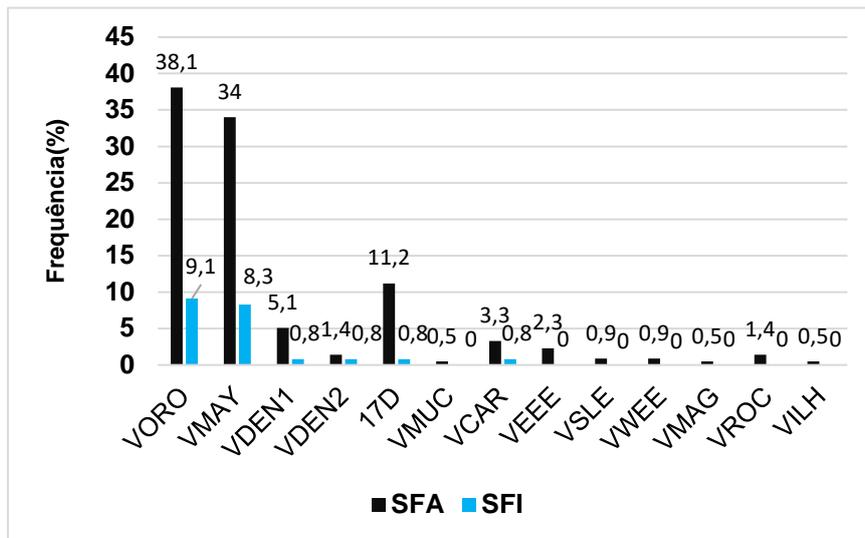
**Figura 1:** Frequência de Arboviroses por gênero de acordo com o tipo de síndrome (SFI e SFA) utilizando o método IH.



Teste: *Kruskall Wallis* (Dunn) \* $p,0,27$ . Fonte: Protocolo da pesquisa.

Foi observada reação monotípica para as espécies virais testadas com 21,3 % para amostras enquadrada em SFA e 16,7 % amostras com SFI. A maior prevalência foi da espécie VORO e VWAY na SFA 38,1% e 34% respectivamente. Do mesmo modo nos pacientes com SFI, 9,1% e 8,3% para o VORO e VWAY, nesta ordem. Foi observado diferença estatística na frequência das Arboviroses nos grupos estudados,  $p < 0,05$  entre as síndromes (Figura 02)

**Figura 2:** Frequência das espécies de Arboviroses de acordo com o tipo de síndrome (SFIA e SFA) utilizando o método IH.

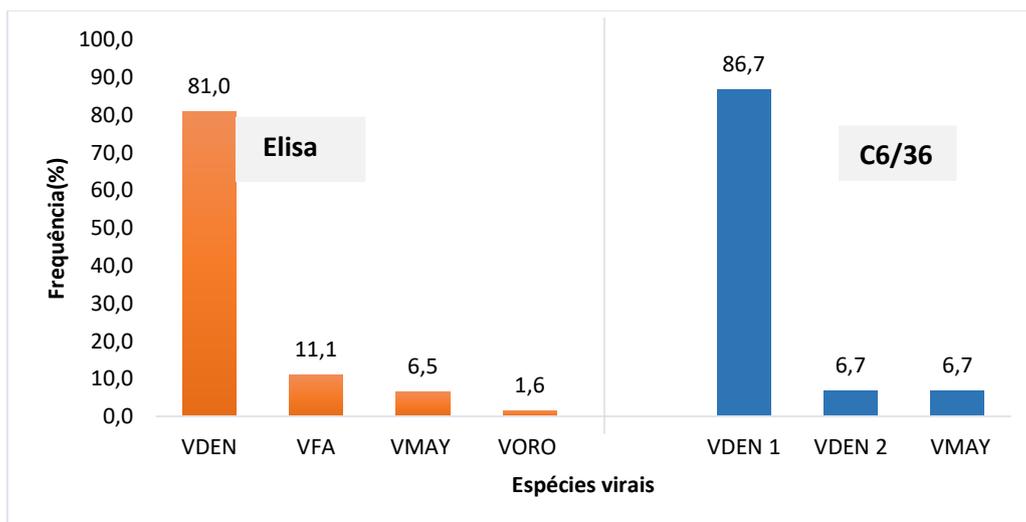


Teste: *Kruskall Wallis* (Dunn)  $* < p, 0,05$ . Fonte: Protocolo da pesquisa

Em relação ao teste do ELISA para captura de anticorpos de classe IgM para arbovírus (VDEN, VMAY, VORO e VFA) em amostras oriundas de pacientes sindrômicos foram detectadas apenas 64 (5,5%) amostras positivas de um total de 1.172, no qual foi possível observar para o VDEN 51 (81%) amostras reagentes, para o VFA 7 (11,1%), VMAY 5 (6,5%) e VORO com 1 (1,6%).

No isolamento viral através da célula C6/36 foram testadas 1.172 amostras, dessas somente 15 (1,3%) foi possível realizar o isolamento viral, onde é possível destacar o VDEN sorotipo 1 com 13 (86,7%) amostras positivas, VDEN sorotipo 2 e VMAY com 1 (6,7%) amostra positiva. (Figura 3).

**Figura 3:** Frequência de Arboviroses de acordo com o método de Elisa e C6/36 por espécies virais.



Fonte: Protocolo da pesquisa.

No município de Canaã de Carajás foi coletado um total de 46 amostra cerca de 34 (73,9%) apresentaram anticorpos totais para arbovírus, sendo estes distribuídos para o gênero *Flavivirus* em 31 (67,4%). Foram observadas reações monotípicas

para as espécies virais testadas em 12 (26,1%) amostras, com destaque para VORO com 5(10,9%), VMAY, VROC e VEEE com 2 (4,3%) amostras reagentes. Cerca de um total de 18 (39,1%) amostras apresentam anticorpo de classe IgM para os arbovírus da VDEN com 17 (37%). No isolamento viral foi isolado somente o VDEN.

No município de Parauapebas foi coleta cerca de um total de 855 amostras, cerca de 736 (86,1%) apresentaram anticorpos inibidores da hemaglutinação para os arbovírus testados pertencentes ao gênero *Flavivirus* com 719 (84,1%) amostras. Foram observadas reações monotípicas para as espécies virais testadas em 183 (21,4%) amostras, com maior prevalência nessa região para o VORO com 80 (9,4%) amostras reagentes, seguida de VMAY com 67 (7,8%), cepa vacinal do VFA (17D) com 17 (2%). Cerca de 40 (4,7%) amostras apresentam anticorpo IgM para o VDEN com 30 (3,5%), VFA com 5 (0,6%), VMAY com 4 (4%) amostras positivas. No isolamento viral foi isolado o VDEN sorotipo 1 com 10 (83,3%) amostras positivas. Não foi observada diferença significativa na distribuição entre os municípios estudados,  $p>0,05$  (Tabela 2)

**Tabela 2:** Frequência de Arboviroses nos municípios de Canãa dos Carajás de acordo com o Método laboratorial.

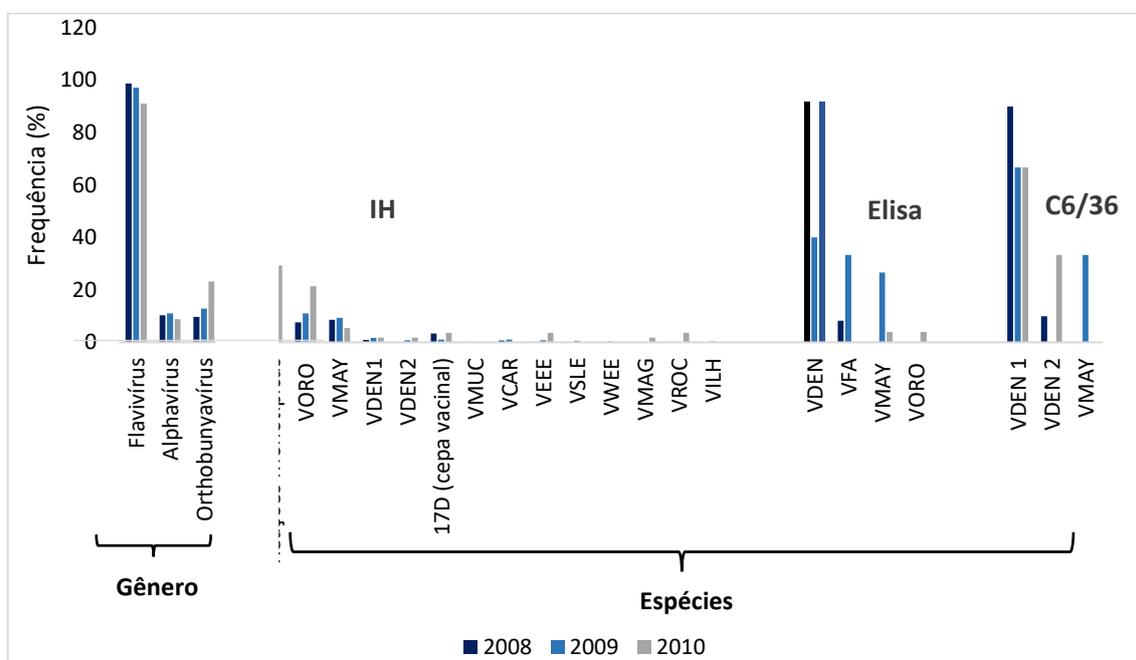
Método	Resultado	Canaã de Carajás (46)	%	Parauapebas (855)	%	Kruskall Wallis
IH	<i>Flavivirus</i>	31	67,4	719	84,1	$p=0,34$
	<i>Alphavirus</i>	4	8,7	76	8,9	
	<i>Orthobunyavirus</i>	6	13,0	95	11,1	
	Reações Monotípicas	12	26,1	183	21,4	
	VORO	5	10,9	80	9,4	
	VMAY	2	4,3	67	7,8	
	VDEN1	-	-	8	0,9	
	VDEN2	-	-	3	0,4	
	17D	1	2,2	17	2,0	
	VMUC	-	-	1	0,1	
	VCAR	-	-	7	0,8	
	VEEE	2	4,3	-	-	
	VSLE	-	-	2	0,2	
	VWEE	-	-	2	0,2	
	VMAG	1	2,2	-	-	
	VROC	2	4,3	1	0,1	
	VILH	-	-	1	0,1	
	Total de positivos	34	73,9	736	86,1	
ELISA	VDEN	17	37,0	30	3,5	
	VFA	-	-	5	0,6	
	VMAY	1	2,2	4	0,5	
	VORO	-	-	1	0,1	
	Total de positivos	18	39,1	40	4,7	
C6/36	VDEN 1	1	100,0	10	83,3	
	VDEN 2	-	-	1	8,3	
	VMAY	-	-	1	8,3	
	Total de positivos	1	2,2	12	1,4	

Fonte: Protocolo da pesquisa.

Avaliando a distribuição da circulação dos arbovírus através da detecção de anticorpos nos anos de 2008, 2009 e 2010, foi observada uma maior prevalência para os arbovírus do gênero *Flavivirus* com 946 (80,7%) amostras reagentes. Dentre os arbovírus mais prevalentes que apresentaram reações monotípicas foram: VORO com 90 (8%), VMAY com 84 (7,2%), cepa vacinal do VFA (17D) com 25 (2,1%), VDEN 1 com 12 (1%), VCAR com 8 (0,7%) e VEEE com 6 (0,5%) amostras positivas.

Nos anos de 2008, 2009 e 2010 foi possível observar amostras positivas no ELISA para o VDEN com 22 (91,7%), 6 (40%) e 23 (92,0%), respectivamente. No isolamento viral foram obtidos isolados de VDEN sorotipo 1 em todos os anos estudados com o percentual de positividade de 9 (90%) no ano de 2008, 2 (6,6%) em 2009 e 2 (66,7%) em 2010, seguida do VDEN sorotipo 2 que foi isolado apenas nos anos de 2008 (10%) e 2010 (33,3%). No entanto não houve diferença estatística entre os anos estudados (Figura 5).

**Figura 5:** Avaliação temporal das Arboviroses no período de 2008 a 2010 de acordo com o Método laboratorial



Teste: *Kruskall Wallis*  $p \geq 0,05$ . Fonte: Protocolo da pesquisa.

#### 4. Discussão

A Amazônia brasileira apresenta uma enorme biodiversidade, nesse ambiente complexo coabitam inúmeras espécies de vertebrados silvestres e artrópodes. As ações antropogênicas no ambiente podem vir a desencadear o aumento da prevalência de patógenos e/ou a criação de novos reservatórios, podendo causar diversas patologias graves na população que vive próxima a áreas de exploração mineral com esses desequilíbrios podendo promover a emergência e a reemergência de arbovírus (Casseb, Vasconcelos, 2013).

Em 2003, na região de Parauapebas foi implementado o projeto salobo que visa a exploração de minério de cobre na região. Essa extração prejudica a flora e a fauna, causando um dano ambiental. Em 2010, foi notificado um crescimento populacional desordenado nessa cidade devido a novos projetos complementares de mineração, todos esses fatores contribuem para um aumento de doenças como as arboviroses, por isso há muito a ser estudado sobre a relação entre os fatores de manutenção e dispersão de arbovírus bem como a relação homem x ambiente e seus padrões (Brito, 2018).

Nunes e colaboradores (2021) evidenciaram no período de 2009 a 2019 a prevalência do VDEN no município Parauapebas com percentual de 48,6% e no município de Canaã de Carajás com 7,8 % de positividade, essa elevação de casos, deve-se provavelmente pela exploração de minério nesse local e o desmatamento descontrolado na área, segundo o boletim de desmatamento de agosto de 2020 a julho de 2021, o desmatamento da Amazônia legal correspondeu um aumento de 57% , só o estado do Pará foi responsável por 37% dessa devastação. (IMAZON, 2021). Esses fatores podem impulsionar a evasão de insetos para espaços urbanos proporcionando maior risco de transmissão de doenças para as populações locais.

Pereira e colaboradores (2020) evidenciaram uma maior ocorrência de arboviroses na faixa etária de 19 a 39 anos, encontra partida no presente estudo a faixa etária mais frequente foi de 5 a 14 anos, outrora Costa & Façanha, (2011) e Martins e colaboradores (2020) detectaram em crianças de 0 a 10 anos 16 amostras positivas para VDEN, corroborando com os resultados deste estudo.

Mena e colaboradores (2011), relataram que o indicador demográfico mais significativo da sua pesquisa foi da razão entre os sexos, onde destaca-se a maior incidência da dengue na população masculina, corroborando assim com os achados deste estudo que evidenciou que o sexo masculino é o mais prevalente. Segundo Porto e colaboradores (2019) destaca também a associação entre a exposição aos riscos de infecção ao sexo masculino devido ser o progenitor da família e consequentemente mais exposto.

Neste estudo observou-se a prevalência mais frequente da ocupação de técnico de nível médio, onde está foi classificada de acordo com a CBO que é muito utilizada nos países desenvolvidos como critério mais conciso de organização, esse achado deve-se ao fato de que no município de Parauapebas e Canaã de Carajás existem polos industriais no ramo da mineração, que auxilia na formação e capacitação dos jovens absorvendo essa mão de obra qualificada (Figueiredo, 2007; Brasil, 2010).

Houve a detecção de anticorpo da classe IgM anti-Mayaro em amostras de soro humano indicando assim a circulação do vírus no município de Parauapebas e Canaã de Carajás, há também relatos de diversos surtos de febre do Mayaro no estado do Pará, que ocorreram em Belterra (1978), Conceição do Araguaia (1981), Benevides (1991), Juruti (2009), Belém e Ananindeua (Travassos-da-Rosa, et al., 1997; Vasconcelos, 2013; Lopes, Nozawa, Linhares, 2014) indicando assim que VMAY pode ser considerado um vírus com um potencial de gerar futuramente surtos e epidemias já que nessa região apresenta todos os componentes de manutenção do ciclo biológico deste vírus por isso é extremamente importante a vigilância e o monitoramento das arboviroses.

Foi possível detectar anticorpos de classe IgM para VDEN indicando assim a presença da circulação desse arbovírus nas regiões estudadas. Segundo Chaves e colaboradores (2018) detectaram um alto índice do VDEN na região de Carajás, com destaque para os municípios Brejo Grande do Araguaia, Canã dos Carajás, Curionópolis, Palestina do Pará, Parauapebas, Piçarra e São Domingos do Araguaia. Outro fator de importância na incidência do VDEN está relacionado com as condições climáticas sendo essas associadas ao aumento da temperatura, da pluviosidade e da umidade do ar, condições estas que favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis para o desenvolvimento do vetor *Aedes aegypti* (Ribeiro, et al., 2006).

Durante o monitoramento epidemiológico no período de 2019 a 2020 apenas um caso em humano de febre amarela foi confirmado no Estado do Pará (Brasil, 2019), bem como no ano de 2021 na Região Norte foi detectado uma baixa prevalência desta arbovirose (Paula et al 2021). No presente estudo foi detectado anticorpos de classe IgM para o VFA demonstrando assim a circulação desse arbovírus no município de Parauapebas nos anos de 2008 a 2010. Segundo Araújo e colaboradores (2011) no Brasil entre os anos de 2007 a 2009, foram notificadas ao Ministério da Saúde cerca de 1.971 epizootias em primatas não humanos (PNH) suspeitas de febre amarela, sendo 73 no ano de 2007, 1.050 em 2008 e 848 em 2009, demonstrando assim à importância do monitoramento das epizootias evitando a disseminação desse vírus.

Melo e colaboradores (2020), destacou a presença de anticorpos do VORO, nos anos de 2003 a 2007, em diversas regiões do Estado do Pará como: Belém, Ananindeua, Benfica, Caratateua, Castanhal, Santa Isabel do Pará, Abaetetuba, Baião, Bragança, Capanema, Curuçá, Tomé-Açu, Moju dos Campos, Vigia, Viseu, Maracanã, Igarapé-Açu, Magalhães Barata, Belterra, Serra Pelada, Brasil Novo, Itupiranga, Moju dos Campos, Santarém, Marajó, Oriximiná, Altamira, Parauapebas, Palhal, Curionópolis, Alter do Chão, Porto de Moz, Juruti e mesorregião do Baixo Amazonas, com a circulação dos genótipos I e II, outrora verificou-se neste trabalho que no intervalo de 2008 a 2010 já era possível detectar a presença de anticorpo para o VORO da classe IgM na região de Parauapebas este fato é um indicativo que o vírus já estava circulando na região.

Segundo Martins e colaboradores (2015) evidenciou-se a presença de anticorpos totais nos anos 2004, 2005 e 2010 para arbovírus dos gêneros *Flavivirus*, *Alphavirus* e *Orthobunyavirus* nas populações humanas residentes e nos animais silvestres capturados nas áreas de abrangência do projeto Salobo, demonstrando assim a circulação dos arbovírus nas áreas de influência dos projetos de extração mineral, bem com neste estudo que apresentou um alto índice de amostras positivas para o gênero *Flavivirus* em todas as regiões estudadas.

Nunes e colaboradores (2009) relataram a detecção de reações monotípicas para diversos arbovírus (VORO, VMAG, VMUC, VWEE, VGRO, VTCM, VCATU, VMAY e VCAR) no Estado do Pará, colaborando com os achados desse trabalho que detectou também reações monotípicas para o VILH, VESL, VROC, VTCM, VMUC, VEEE, VWEE, VCATU, VCAR, VGRO, VMAG.

A vigilância constante das arboviroses é extremamente relevante, pois permite entender a dinâmica da circulação dos vírus de importância em saúde pública, podendo assim elencar os potenciais agentes emergentes que podem ser futuramente responsáveis por surtos e epidemias, bem como, é muito relevante estudos como este que gera fonte de dados para dar subsídios a tomada de decisões dos agentes responsáveis pelas ações de prevenção de doenças e controle vetorial.

## 5. Conclusão

O estudo constatou a circulação de diferentes arbovírus na região de Parauapebas e Canãa dos Carajás, principalmente os arbovírus pertencentes à família *Flaviviridae*, gênero *Flavivirus*, com destaque para o VDEN.

O perfil laboratorial evidenciou a importância do uso da técnica de Inibição da Hemaglutinação para realização de inquéritos soropidemiológicos, diante da possibilidade de avaliar um perfil amplo de espécies de arbovírus.

A realização de estudos continuados de vigilância epidemiológica é de extrema importância pois permite conhecer a diversidade viral e poder propor ações efetivas de prevenção e controle das arboviroses evitando assim surtos e epidemias.

## Referências

- Amanda de P., Clea, N. C. B., Denile, L. de O., Fernanda, C. de O. A., Geison, V. G. S., Helena, L. V., Silas, J. G. P. C., Vitor, F. B. (2021). Incidência e mortalidade da febre amarela no Estado do Pará. *Brazilian Journal of Health Review*, v.4, n.3, p. 11538-11551. <https://doi.org/10.34119/bjhrv4n3-147>
- Araújo, F. A. A., Ramos, D. G. R., Santos, A. L., Passos, P. H. O., Silveira, A. N., Guerra, M. E. Z., Antunes, C., Leal, S. G., Romano, A. P. M. (2011). Epizootias em primatas não humanos durante reemergência do vírus da febre amarela no Brasil, 2007 a 2009. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 20 (4):527-536. <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742011000400012>.
- Brasil. (2010). Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Políticas Públicas de Emprego. Classificação Brasileira de Ocupações: CBO. 2010. Brasília. Ministério do Trabalho e Emprego. 3ªed. v.1. 828p. Acesso em: 15, de dezembro de 2021. <https://wp.ufpel.edu.br/observatoriosocial/files/2014/09/CBO-Livro-1.pdf>
- Brasil, (2017). Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Monitoramento dos casos de dengue, febre de chikungunya e febre do Zika em Parauapebas, contemplando os anos de 2017 a 2018.40 (1). <http://portala.rquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/julho/25/Boletim-2017-020-Monitoramento-dos-casos-de-dengue-febre-de-chikungunya-e-febre-pelo-Zika.pdf>
- Brasil, (2019). Secretaria de Vigilância em Saúde, Ministério da Saúde. Situação epidemiológica da febre amarela no monitoramento 2019/2020.10(1). [https://www.rets.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/arquivos/biblioteca/boletim-epidemilogico\\_svs-01.pdf](https://www.rets.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/arquivos/biblioteca/boletim-epidemilogico_svs-01.pdf)

- Brito, M. T. F. M., Aarão, T. L. S., Pinto, D. S. (2018). Seroepidemiology of arbovirus in communities living under the influence of the lake of a hydroelectric dam in Brazil. *Caderno de Saúde Coletiva*. 26 (1): 1-6. <https://doi.org/10.1590/1414-462X201800010132>
- Camara, L. T. N. (2016). Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. *Revista de Saúde Pública*. 50 (0):1-7. <https://doi.org/10.1590/S1518-8787.2016050006791>
- Casseb, A., Vasconcelos, P. F. C. (2013). Arbovírus: importante zoonose na Amazônia brasileira. *Veterinária e Zootecnia*. 20(3):9-21. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-699247>
- Chaves, E. C, Costa, S. V., Flores, R. L. R. Bernardes, A. C. (2018). Condições de vida populacional e incidência de dengue no estado do Pará, Brasil. Pará, *Res Med J*. 1(2):1-4. <http://dx.doi.org/10.4322/pmj.2018.002>
- Costa, C. A., Façanha, G. P. (2011). Sorotipos virais de dengue identificados em crianças de Manaus, Estado do Amazonas, 2008. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 44(2):249-251. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822011000200024>
- Eduardo, D. W. 2022. Interdisciplinaridade na estratégia de controle dos vetores urbanos das arboviroses: uma dimensão necessária para o Brasil. *Cad. Saúde Pública*; 38(1):e00243321. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311X00243321>
- Figueiredo, R. M. P. (2007). Arboviroses emergentes no Brasil. *Rev Soc Med Trop*.40(2): 224-229. <https://doi.org/10.1590/S0037-86822007000200016>
- Fonseca, A., Amorim, L., Ribeiro, J., Ferreira, R., Monteiro, A., Santos, B., Andrade, S., Souza Jr., C., & Veríssimo, A. (2021). *Boletim do desmatamento da Amazônia Legal*. Belém: Imazon. SAD (p. 1). Belém: Imazon. <https://imazon.org.br/categorias/boletim-do-desmatamento/>
- ICTV. International Committee on Taxonomy of Viruses (2019) (ICTV). <https://talk.ictvonline.org/>.
- Lopes N., Nozawa, C., Linhares, R. E. C. (2014). Características gerais e epidemiologia dos arbovírus emergentes no Brasil. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, 2014;5(3) 55-64. <https://doi.org/10.5123/S2176-62232014000300007>
- Martin, D. A., Muth, D. A., Brown, T., Johnson, A. J., Karabatsos, N., Roehrig, A. J. T. (2000). Standardization of Immunoglobulin M Capture Enzyme-Linked Immunosorbent Assays for Routine Diagnosis of Arboviral Infections. *Journal of clinical microbiology*; 38(5):1823-1826. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC86599/>
- Martins, C. L. (2015). Avaliação das Alterações Ambientais e Sociais e Sua Influência No Quadro Nosológico nas Áreas de Influência das Minas de Ferro Do Complexo Carajás Norte, Projeto Ferro Carajás S11D, Projeto Serra Leste, da Mina de Manganês do Azul e do Salobo. - área de abrangência Município de Curionópolis: *relatório técnico*. Belém, 2015. 42 p. <https://www.semias.pa.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/RIMA%20SERRA%20LESTE%20-%20FINAL.pdf>
- Martins, M. M., Barbosa, A. P., Cunha, J. L. A. (2020). Arboviral diseases in pediatrics. *Jornal de pediatria*. 96(51):-2-11. <https://doi.org/10.1016/j.jpmed.2019.08.005>
- Melo, K. F. L., Pereira, C. R. S., Neto, W. F. F., Amorim, M. T., Ferreira, J. F. L., Araújo, A. P. S., Luna, F. C. F., Holanda, G. M., Casseb, S. M. M. (2020). O vírus oropouche e o seu contexto epidemiológico na america latina no período de 2009 a 2019. *REAS/EJCH*. 1(50):1-10. <https://doi.org/10.25248/reas.e4138.2020>
- Mena, N., Troyo, A., Bonilla-Carrión, R., Calderón-Arguedas. (2011). Factores asociados con la incidencia de dengue en Costa Rica. *Rev Panam Salud Publica*. 29(4):234-42. Retrieved from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/9544>
- Nunes, M. R et al. (2009). Eco-epidemiologia dos arbovírus na área de influência da rodovia Cuiabá-Santarém (BR 163), Estado do Pará, Brasil. *Cadernos de saúde pública*. 25(12):2583-2602. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2009001200006>
- Nunes, M. R., Santos, A. S., Xavier, A. G. O., Cardoso, B. S., Santos, E. C., Nascimento, V. M. O. (2021). Frequência de dengue na Região de Integração de Carajás, Pará, Brasil, entre os anos de 2009 a 2019. *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.7, p. 70974-70984. <https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/32900>
- Pereira, P. A. S., Tavares, A. C. C. M., Souza, E. R. O., Pontes, A. N. (2020). Perfil epidemiológico da dengue em um município do norte brasileiro: uma análise retrospectiva. *Research, Society and Development*. 9(12):2525-3409. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJHR/article/view/31260>
- Porto, W. L., Terto, T. F., Soares, L. C., Cardoso, A. C. A., Alencar, V. M. C., Silva, B. A. K., Andrade, A. R. O., Neto, A. P. R. N., Pinto, A. S. B., Araújo, T. S. L., Junior, J. L. P., Garcês, T. C. S. (2019). Cenário epidemiológico das arboviroses no Piauí. *REAS/EJCH*. 11(14):1-9. <https://doi.org/10.25248/reas.e1054.2019>
- Ribeiro, A. F., Marques, G. R. A. M., Voltolini, J. C., Condino, M. L. F. (2006). Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. *Rev Saúde Pública*; 40(4):671-6. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102006000500017>
- Shope, R. E. (1963). The use of a microhemagglutination-inhibition test to follow antibody response after arthropod-borne virus infection in a community of forest animals. *An Microbiol (Rio J)* 1963; 11 (Pt A):167-71. [http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/memo\\_iec/v7p175-178.pdf](http://iah.iec.pa.gov.br/iah/fulltext/memo_iec/v7p175-178.pdf)
- Silva, V. I. A., Ramos, J. F. (2017). Arboviroses e políticas públicas no Brasil. *Revista Ciências em Saúde*; 7(3):1-9. <https://doi.org/10.21876/rcsfmit.v7i3.675>
- Travassos-da-Rosa, A. P., Travassos-da-Rosa, J. F., Pinheiro, F. P., Vasconcelos, P. F. C. (1997). Doenças infecciosas e parasitárias: enfoque amazônico. Belém: Editora CEJUP/ Universidade do Estado do Pará; 1997. p. 208-25. 2. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/sus-6283>
- Vasconcelos, P. C. (2013). Arboviroses. In *Leão R. N*, organizador, ed. Samauma. 23(1):574. p. 481-503. [http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S2176-6223201600050019900003&lng=en](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S2176-6223201600050019900003&lng=en)
- Vasconcelos, P. F. C., Travassos-da-Rosa, A. P., Rodrigues, S. G., Travassos-da-Rosa, E. S., Dégallier, N., Travassosda-Rosa J. F. (2001). Inadequate management of natural ecosystem in the Brazilian Amazon region results in the emergence and reemergence of arboviruses. *Cad Saúde Pública*; 17(1):155-64. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000700025>