



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## ANALYSIS OF THE PLAN OF INTENSIFICATION OF MALARIA CONTROL ACTIONS (PIACM) IN THE LEGAL AMAZON WITH THE USE OF AN INTERVENTION MODEL

<sup>\*1,4</sup>Andressa Tavares Parente, <sup>1</sup>Everaldo Barreiros de Souza, <sup>1</sup>Joaquim Carlos Barbosa Queiroz, <sup>2</sup>Maria de Lourdes Pinheiro Ruivo, <sup>3</sup>Hardiney dos Santos Martins, <sup>4</sup>Fábio José Maciel Chaves, <sup>5</sup>Marcelo Williams Oliveira de Souza, <sup>1</sup>Rosana Maria Feio Libonati, <sup>1</sup>Aureliano da Silva Guedes, <sup>1</sup>Edson José Paulino da Rocha and <sup>6</sup>Lucieta Guerreiro Martorano

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém (PA), Brasil

<sup>2</sup>Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém (PA), Brasil

<sup>3</sup>Instituto Federal do Pará (IFPA), Belém (PA), Brasil

<sup>4</sup>Fundação Santa Casa de Misericórdia do Pará, Belém (PA), Brasil

<sup>5</sup>Universidade do Estado do Pará (UEPA), Belém (PA), Brasil

<sup>6</sup>Empresa Brasileira Pesquisa Agropecuária, Santarém (PA), Brasil

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 17<sup>th</sup> November, 2019

Received in revised form

02<sup>nd</sup> December, 2019

Accepted 20<sup>th</sup> January, 2020

Published online 27<sup>th</sup> February, 2020

#### Key Words:

Malaria, Epidemiological Factors, Amazonian Ecosystem.

#### \*Corresponding author:

Andressa Tavares Parente

### ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effects of the Plan of Intensification of Malaria Control Actions (PIACM) on the annual incidence of Malaria in the Legal Amazon and in the respective States that belong to this region. This is an epidemiological and ecological study, based on secondary data about the epidemiological situation of Malaria in the Legal Amazon recorded in data series from 1981 to 2015. It was elaborated an intervention analysis model based in temporal series, which established the average of the Annual Parasite Index (API) occurrences before and after the intervention. The average value of the API for the time period of the study (1981 to 2015) in the Legal Amazon was 23 cases/1000 inhabitants. The average API (before the intervention) was 29 cases/1000 inhabitants. The average API (after the intervention) was 15 cases/1000 inhabitants, with a reduction of 48% between the two time periods. The effect was different among the States. The highest impact in the reduction of malaria was in Mato Grosso, Tocantins, Roraima and Maranhão. In Acre and Amazonas, the API value was increased during the period of post-intervention (2001-2015) because the effect of the Program was temporary on those States.

Copyright © 2020, Andressa Tavares Parente. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Andressa Tavares Parente, Everaldo Barreiros de Souza, Joaquim Carlos Barbosa Queiroz, et al. 2020. "Analysis of the plan of intensification of malaria control actions (piacm) in the legal amazon with the use of an intervention model", *International Journal of Development Research*, 10, (02), 33627-33631.

### INTRODUCTION

A malária configura-se como uma parasitose endêmica comum em regiões tropicais e subtropicais, incluindo parte dos continentes Americano, Asiático e Africano. A protozoose é transmitida pela picada do mosquito fêmea do *Anopheles sp* infectada pelo *Plasmodium sp* (Achcar et al., 2011). A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima em termos mundiais que haja 3,3 milhões de pessoas, em 97 países e territórios, em risco de contraírem malária. Ainda neste nível, observou-se a redução de casos em cerca de 30%, entre 2000 e 2013, enquanto as taxas estimadas de mortalidade caíram 47%, resultados decorrentes de financiamento e a cobertura dos

programas de controle da malária a partir do ano 2000 (WHO, 2014). Na América do Sul, a malária continua sendo um dos maiores problemas de saúde pública, principalmente nos países amazônicos (Barcellos et al., 2009). A Amazônia é vasta e ecologicamente complexa, compreendendo uma distribuição irregular da prevalência de malária (Ribas et al., 2012). O Brasil ocupa o primeiro lugar na classificação dos países na América do Sul em relação ao número de casos de malária (Chowell, 2009), e no ano de 2011, cerca de 99,7% de sua transmissão no território nacional concentrou-se na Região Amazônica (Brasil, 2013). A trajetória política das ações no campo da Saúde Pública brasileira descrevem o enfrentamento da endemia, decorrente de influências internacionais e

nacionais. Um dos marcos dessa história é a criação em 1953, do Ministério da Saúde, tendo como um dos objetivos, o combate à malária. Décadas depois de sua criação, a Instituição ainda enfrenta desafios e antigos problemas: reativação da atividade garimpeira, grandes projetos na região, fluxos migratórios, dificuldades de acesso e oferta de serviços na região (Brasil, 2006; Varga, 2007). Ainda hoje políticas públicas voltadas para região são implementadas sem avaliação prévia dos impactos ambientais e sobre a população (Pires et al, 2019). Diante do aumento da malária na Amazônia Legal (AML), o Governo implantou, no ano 2000, o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Malária (PIACM), como parte da estratégia global de luta visando, por intermédio de um compromisso político das três esferas de Governo, apoiar a estruturação dos sistemas locais de saúde, capacitando-os para a coordenação e execução das ações de controle da malária (Brasil, 2006; Costa et al. 2010). Em 2003, o Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária (PNCM) surgiu como política permanente para a prevenção e controle da doença, visando prosseguir os avanços obtidos com o PIACM (Rodrigues; Lopes Neto, 2011). Assim, este estudo objetivou avaliar o impacto do Plano de Intensificação das Ações de Controle da Malária na incidência anual de malária na Amazônia Legal e nos Estados que a compõe, analisando seu comportamento em uma série histórica de 35 anos de dados (1981-2015).

## MÉTODOS

Caracteriza-se como um estudo epidemiológico do tipo ecológico, com base em dados secundários sobre a situação epidemiológica da malária na Amazônia Legal, em uma série de 35 anos de dados anuais: de 1981 a 2015. Os dados de malária que compõe a média da Amazônia Legal no período da pesquisa são oriundos de diferentes bases do Ministério da Saúde. No período de 1981 a 1995 – Sistema de Informação Série Histórica de Malária (SHM) (Braz; Tauil, 1999), sendo o período de 1981 a 1989 definidos por estimativa para Amazônia Legal a partir do número de casos de malária no Brasil. De 1996 a 2002 - Sistema de Informação do Programa Nacional de Controle da Malária (SISMAL). De 2003 a 2015 - Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica - Malária (Sivep-Malária). Os dados por Estado estão disponíveis a partir de 1990. Os dados de população foram obtidos a partir das informações disponibilizadas pelo DATASUS e Sivep-Malária.

Os dados contidos no Sivep-Malária são originados a partir do preenchimento da ficha de notificação dos casos de malária, que é obrigatório para cada atendimento de casos suspeito de malária. O tratamento dos casos confirmados é disponibilizado gratuitamente nas Unidades de Saúde. Com base nesses dados, calculou-se o Índice Parasitário Anual- IPA para Amazônia Legal e Estados. O IPA é um indicador malariométrico utilizado pelo Ministério da Saúde no Brasil, expresso pelo número de lâminas positivas de malária/ano por mil habitantes (Brasil, 2008):

$$\text{IPA} = \left[ \frac{\text{Número de exames positivos notificados}}{\text{População total anual estimada}} \right] \times 1000$$

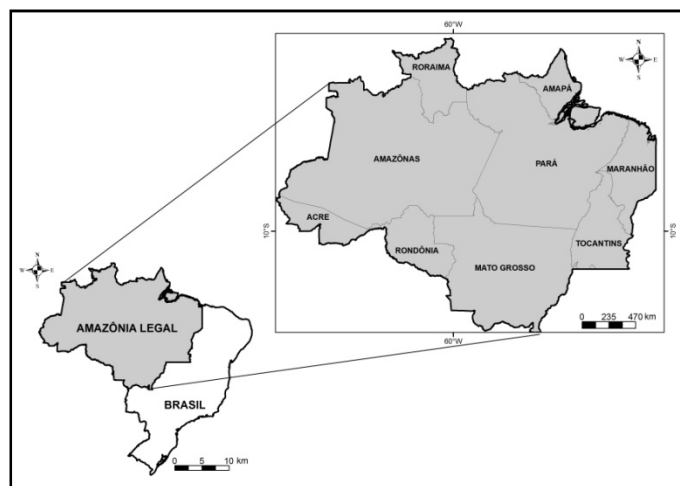
O IPA estima o risco de ocorrência de malária. Existe uma classificação que propõe os graus de risco expressos em valores do IPA: Baixo Risco (IPA entre 0,1 a 9,9) Médio Risco

(IPA entre 10,0 a 49,9) e Alto Risco (IPA entre maior ou igual a 50,0). É um ótimo indicador para comparações de processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas e ações de saúde direcionadas ao controle de doenças de transmissão vetorial (Brasil, 2008). Para avaliar o efeito do PIACM foi elaborado um modelo baseado na análise de intervenção na série temporal no período estudado (Wei, 1989), essa técnica consiste em avaliar o impacto de algum tipo de evento ocorrido em dado instante de tempo T (conhecido *a priori*) no comportamento da série (Morettin; Tolo, 2004). Foi utilizado o programa SAS, 9ª edição (Statistical Analysis System, 2002). O modelo de intervenção utiliza variáveis *dummy* para definir as médias de ocorrências antes e depois da intervenção, de acordo com a equação (1). Esse modelo com formato de uma equação de regressão é um modelo multivariado com duas variáveis em que  $X_t$  representa uma variável *dummy* que apresenta o comportamento da série e  $N_t$  representa os valores observados da série. Foi adotado um nível de significância de 5% para as estimativas dos parâmetros do modelo:

$$Z_t = \alpha + \omega_0 X_t + N_t \quad (1)$$

em que  $Z_t$  representa o IPA,  $X_t$  a variável *dummy* que assume valores 0 ou 1,  $\omega_0$  o parâmetro do modelo a ser estimado para verificação das diferenças entre as médias das ocorrências antes e depois da intervenção e  $N_t$  é o resíduo.

A Amazônia Legal compreende atualmente a região de nove Estados (Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), conforme ilustra a Figura 1. Compõe-se de 808 municípios distribuídos em uma área que compreende cerca de 61% do território brasileiro (Brasil, 2007).



Fonte: IBGE, 2010, Programa ArcGis, versão 9.3. Elaborado pelo Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

**Figura 1. Mapa da divisão político-administrativa da Amazônia Legal (à direita), o Brasil com a delimitação da Amazônia Legal (à esquerda)**

## RESULTADOS

Na tabela 1 está inserido os valores correspondentes a distribuição dos valores do IPA nos estados da Amazônia Legal no período geral dos dados estaduais (1990 a 2015), no período antes da intervenção (1990 a 2000) e após intervenção (2001 a 2015), além dos diferentes percentuais entre períodos, com destaque para a implementação das ações PIACM. Na

classificação de risco, o valor médio do IPA registrado no período total do estudo, de 1990 a 2015, é de médio risco em sete dos nove Estados, com exceção de Roraima e Rondônia, que apresentaram o IPA médio de 67,6 Casos/1000 hab e 55,3 Casos/1000, respectivamente, ambos classificados como Alto Risco ( $IPA \geq 50/1.000$  hab), conforme Tabela 1. As maiores reduções do valor do IPA após a criação do PIACM ocorreram nos Estados de Mato Grosso, Tocantins, Roraima e Maranhão. Nos estados do Acre e Amazonas, houve incremento no valor do IPA no período de pós-intervenção (2001-2015). De 2001 a 2015, os principais Estados que responde pelo maior número de registros na Amazônia Legal são: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e Rondônia (Tabela 1).

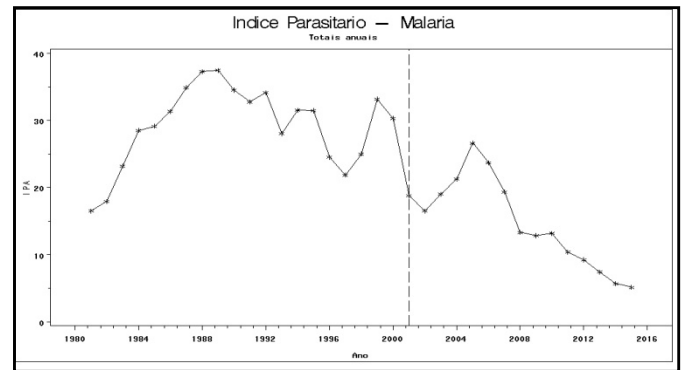
**Tabela 1. O Índice Parasitário Anual-IPA por Estados que compõe a Amazônia Legal (1990-2015)**

Unidade Federal	IPA-Médio 1990-2015 Casos/1000 hab	IPA-Médio 1990-2000 Casos/1000 hab	IPA-Médio 2001-2015 Casos/1000 hab	Diferença em Percentual (%)
Acre	42,8	37,7	46,6	Incremento: 23,6
Amapá	34,7	45,8	26,5	Redução: 42%
Amazonas	33,7	32,2	34,9	Incremento: 8%
Maranhão	3,7	6,1	1,9	Redução: 68%
Mato Grosso	17,6	37,3	3,2	Redução: 91,3%
Pará	20,6	30	13,7	Redução: 54,3%
Rondônia	55,3	83,6	36,4	Redução: 56,5%
Roraima	67,6	112,4	34,8	Redução: 69%
Tocantins	1,4	2,8	0,3	Redução: 89,3

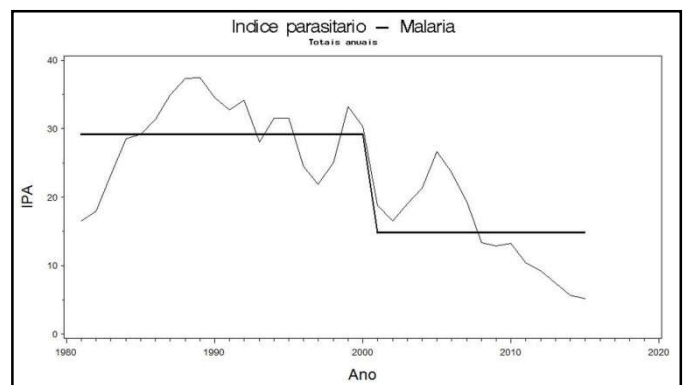
Os padrões temporais do IPA na AML, comparando os valores registrados em 1981 e 2015 (ano inicial e ano final da série) apresentou um decréscimo em torno de 69%, passando de aproximadamente 16,52 casos positivos por 1.000 habitantes em 1981 para 5,15 casos em 2015 (menor valor do IPA registrado na série histórica). Na Figura 2, a série temporal do IPA para área em estudo, mostra a presença de oscilações, com períodos de queda e alta. O valor médio do IPA para região em trinta e cinco anos de dados foi de 23 casos/1000 hab., sendo que seu maior valor registrado foi de 37,47 no ano de 1989. Os menores valores da série são percebidos a partir de 2008, tendenciando ao decréscimo. A evolução da série para a região, pontuando a intervenção em estudo, o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Malária, configura dois períodos na análise: de 1981 a 2000, com IPA médio ( $m_1$ ) de 29,19 casos/1000 hab. De 2001 a 2015, com IPA médio ( $m_2$ ) de 15,54 casos/1000 hab., o que imprimiu na série uma redução em torno de 48% na Incidência Anual de Malária na Amazônia Legal, comparando os dois períodos, conforme Figura 2. A Figura 3 apresenta a variável de intervenção na série indicando as médias de ocorrência antes e depois da implementação do PIACM. O ajuste para o modelo de intervenção (equação 2) mostra que o valor estimado de  $w_0$  (14.35) é significativo ( $p < 0.0001$ ) indicando que a média de antes do PIACM são estatisticamente diferentes da média após a intervenção, apontando que o PIACM apresentou resultados positivos para a Amazônia Legal.

$$Z_t = 29.193 - 14.35X_t + N_t \quad (2)$$

( $p < 0.0001$ )      ( $p < 0.0001$ )



**Figura 2. Gráfico da Intervenção na série (linha pontilhada) do Índice Parasitário Anual (IPA) na Amazônia Legal (1981-2015)**



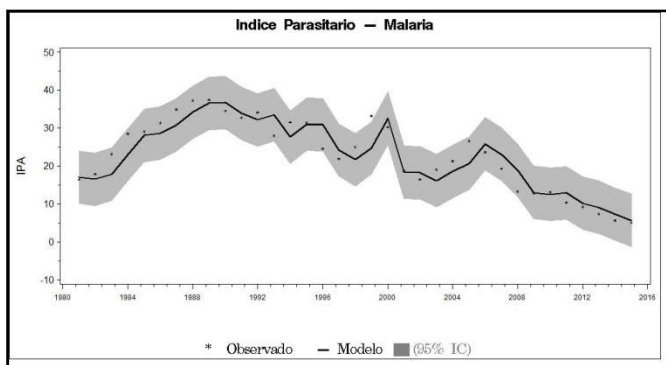
**Figura 3. Variável de intervenção (em negrito) na série do Índice Parasitário Anual (IPA) na Amazônia Legal (1981-2015)**

Para o ajuste de um modelo final à série foi necessário realizar uma correção nos erros ou resíduos ( $N_t$ ) do modelo de intervenção. O modelo ajustado final é apresentado na equação 3, onde se observa que todos os parâmetros estimados são significativos. Na Figura 4 são apresentados o modelo final ajustado para um intervalo de confiança de 95% e os valores observados. Nota-se o bom ajuste do modelo, uma vez que todos os valores observados encontram-se dentro do intervalo de confiança.

$$Z_t = 17.05 - 11.37X_t + \frac{e_t}{(1 - 0.96B)} \quad (3)$$

( $p < 0.0001$ )      ( $p < 0.0036$ )      ( $p < 0.0001$ )

Em o último termo da equação (3) representa a correção do erro ( $N_t$ ) do modelo preliminar da equação (2). Neste caso, foi utilizado na correção um modelo autoregressivo cujo parâmetro estimado de 0.96 foi significativo ( $p < 0.0001$ ) e  $B$  é o operador atraso utilizado na construção de modelos de Box-Jenkins (Wei, 1989) e  $e_t$  são os erros ou resíduos do novo modelo ajustado. O modelo ajustado capta a variação dos valores registrados para o IPA (Figura 4), apresentando um bom ajuste, com a capacidade de prever todos os pontos da série, exceto um pico ocorrido no ano de 1999, quando foi registrado a oscilações extrema da variável, com IPA registrando 33,18 casos/1000 hab.



**Figura 4. Gráfico do Modelo Ajustado do Índice Parasitário Anual (IPA) na Amazônia Legal (1981-2015)**

## DISCUSSÃO

A ocorrência da malária nos Estados amazônicos não é homogênea, como observado na Tabela 1, havendo distintas situações epidemiológicas, em função dos diferentes fatores sócio-econômicos, ambientais, formas de ocupação do solo e das diversas modalidades de exploração econômica dos recursos naturais (Terrazas *et al.*, 2015). Nos anos 80, os casos de malária registrados no Brasil eram produzidos na Região Amazônica, e o número de casos de malária triplicou. Entre 1980 e 1985 houve um aumento de 2,4 vezes nos casos de malária, com 63% deles sendo produzidos em apenas 20 municípios da Região Amazônica, relacionados em sua maioria a projetos de assentamento agrícola e mineração (Barata, 1995). Percebe-se esse aumento na incidência nas Figuras 2 e 4, em que há uma tendência de crescimento na série de 1981 a 1989, e o ano de 1989 configurando IPA de 37,47 casos/1000 habitantes. No período de 1989 a 1993, foi executado o Projeto de Controle da Malária na Bacia Amazônica (PCMAN), que objetivou reduzir a ocorrência de casos de malária, promover o desenvolvimento institucional da Superintendência de Campanhas de Saúde Pública (SUCAM), do Ministério da Saúde e das secretarias estaduais de saúde entre outros objetivos (Braz, 2013). A tendência do IPA na série é modificada neste período, como mostra a Figura 3, apontando o efeito do Projeto na estabilização do número de casos.

Os gastos com PCMAN foram de US\$ 198 milhões, sendo 50% do governo brasileiro e 50% de empréstimo do Banco Mundial. Mesmo antes do término do projeto PCMAN, teve início o Programa de Controle Integrado da Malária (PCIM), cuja nova estratégia atendia aos pressupostos da Conferência Ministerial de Amsterdã de 1992, fortemente voltado para atenção ao indivíduo doente (Braz, 2013). No ano de 1990, trinta municípios da Amazônia Legal foram responsáveis por 67% dos casos de malária. Comparando os Estados através do IPA, a disparidade do risco para contrair malária é mais acentuada quando observa-se a contribuição por municípios para valor do IPA estadual (Barata, 1995). Em 2003, foram identificados 71 municípios com alto risco para transmissão de malária, ou seja, com IPA igual ou maior que 50 casos/1000 hab habitantes. Desses municípios, 34 (47,8%) registraram IPA acima de 100 casos/1000 hab. (Braz, 2006). Ainda na década de 90, sob vigência do PCIM, os registros eram em média 500 mil casos anuais de malária na Amazônia Legal. Porém, nos anos de 1998 e 1999, com aumento acentuado da incidência (identificados com aumento no valor do IPA nas Figuras 2, 3 e 4), foi elaborado por técnicos do Centro Nacional

de Epidemiologia da Fundação Nacional de Saúde (Cenepi/Funasa), atual Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), e por professores e pesquisadores em doenças tropicais de diversas instituições brasileiras, o Plano de Intensificação das Ações de Controle da Malária na Amazônia Legal (PIACM), para conter o aumento acentuado da incidência (Ladislau *et al.*, 2006; Braz, 2013). Os estados do Acre e Amazonas, que na Tabela 1 apresentam incremento em relação ao IPA no período de 2001 a 2015, e destacam peculiaridades na distribuição municipal. Na década de 90, no Acre, quatro dos doze municípios existentes respondiam por 95% dos casos diagnosticados, cada um deles com IPA acima de 100 Casos/1000 hab (Barata, 1995). Em 2006, já com 22 municípios, a cidade de Cruzeiro do Sul (oeste do Acre), registrou IPA de 571,5/1000 hab., caracterizando-se como hiperendêmica. Aponta-se que tanques destinados à piscicultura, construídos por Programa Estadual de Desenvolvimento Econômico tenham comportando-se como criadouros permanentes de *Anopheles darlingi* (Costa *et al.*, 2010).

Em relação ao Amazonas na década de 90, somente três municípios (incluindo a capital, Manaus) apresentavam IPA acima de 100 casos/1000 hab. (Barata, 1995). Em 2006, Manaus (capital do Estado), Cruzeiro do Sul (no Acre) e Porto Velho (capital de Rondônia) contribuíram com 22,5 % dos casos de malária notificados no Brasil (Costa *et al.*, 2010). Entre os municípios que compõem os estados do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão, aproximadamente 30% deles não registraram casos de malária durante os anos de 1996 a 2002. Estes Estados fazem divisas com a área não endêmica do Brasil (Braz *et al.*, 2006). Isso explica o percentual apresentado na Tabela 1, em que estes três Estados apresentam um percentual significativo de redução no IPA estadual. Os resultados da implantação do PIACM devem-se, entre eles, ao processo de descentralização das ações de vigilância em saúde, pela qual o Governo Federal passou o controle da malária na Região Amazônica para gestores estaduais e municipais. Após o PIACM, outras estratégias foram adotadas. Em 2003, o Programa Nacional de Prevenção e Controle da Malária (reformulado em 2004) deu continuidade ao PIACM, adotando como medidas permanentes as ações que foram positivas para fortalecer estruturas locais de saúde (Ladislau *et al.*, 2006). Em dezembro de 2009, em parceria com o Fundo Global (FG), o programa denominado “Melhoria do acesso à prevenção e controle da malária para populações vulneráveis na Amazônia Brasileira” foi implantado priorizando as seguintes intervenções: assegurar o pronto tratamento baseado na terapia combinada com artemisinina para os casos produzidos por *P. falciparum*; uso de testes de rápido diagnóstico; fortalecimento da rede de diagnóstico; melhoria do gerenciamento das drogas; alcance rápido de altos níveis de cobertura de mosquiteiros impregnados com inseticidas de longa duração. Foram beneficiados 47 municípios que concentraram 70% dos casos de malária registrados em 2007 (Braz, 2013).

## Conclusão

O modelo de análise elaborado à série de dados foi satisfatório, pois além de permitir alcançar o objetivo do estudo, o valor estimado foi significativo ( $p < 0.0001$ ), dentro do intervalo de confiança de 95%, e indicou que a intervenção (o PIACM) apresentou resultados positivos para a Amazônia Legal, apontando diferenças importantes, pois o valor médio do IPA para Amazônia Legal teve uma redução de 48%. Logo, aponta-

se a importância do combate à malária pelas diferentes esferas de gestão na região amazônica. Mesmo a malária sendo um grave problema de Saúde Pública é passível de redução através das ações dos serviços de saúde.

### Agradecimentos

A Secretaria de Estado de Saúde Pública do Pará (SESPA), pela disponibilidade de dados sobre malária. A Dra. Arlete Silva de Almeida do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) pela elaboração do Mapa da divisão político-administrativa da Amazônia Legal.

### REFERÊNCIAS

- Achcar JA, Martinez EZ, Souza ADP, Tachibana VM, Flores EF. 2011. Use of poisson spatiotemporal regression models for the Brazilian Amazon forest: malaria count data. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 44, pp.749-754.
- Barata, RC. Malária no Brasil: panorama epidemiológico na última década. 1995. *Cadernos de Saúde Pública*, 11, pp.128-136.
- Barcellos C, Monteiro AMV, Corvalán C, Gurgel HC, Carvalho MS, Artaxo P, Hacon S, Ragoni V. 2009. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 18, pp.285-304.
- Brasil. 2006. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Ações de controle da malária: manual para profissionais de saúde na atenção básica. Ministério da Saúde. 52p.
- Brasil. 2013. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico, 44, pp.1-16.
- Brasil. Ministério da Saúde. 2007. Ações de ciência, tecnologia e inovação em saúde para a Amazônia Legal. *Revista Saúde Pública*, 41, pp.158-162.
- Braz RM, Andreozzi VL, Kale PL. 2006. Detecção precoce de epidemias de malária no Brasil: uma proposta de automação. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 15, pp.21-33.
- Braz RM, Tauil PL. 1999. Sistema de informação série histórica de malária (SHM) - informações sobre malária no Brasil: uma proposta de registro em meio magnético. 1999. Monografia (Especialização em Saúde Coletiva) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Braz RM. 2013. Monitoramento da incidência de malária na Amazônia Brasileira utilizando algoritmo automatizado. 2013. 301 f. Tese (Doutorado em Medicina Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Tropical, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Chowell G. 2009. The spatial and temporal patterns of falciparum and vivax malaria in Perú: 1994–2006. *Malaria Journal*, 8, pp.1–19.
- Costa KMM, Almeida WAF, Magalhães IB, Montoya R, Moura MS, Lacerda MVG. 2010. Malária em Cruzeiro do Sul (Amazônia Ocidental brasileira): análise da série histórica de 1998 a 2008. *Rev. Panam Salud Publica*, 28, pp.353–360.
- Departamento de Informática do SUS (DATASUS). Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica de Malária referentes a 2009 e 2010.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2010. Áreas especiais: Amazônia Legal.
- Ladislau JL, Leal MC, Tauil PL. 2006. Avaliação do plano de intensificação das ações de controle da malária na região da Amazônia Legal, Brasil, no contexto da descentralização. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 15, pp. 9-20.
- Morettin PA, Toloi CM. 2004. Análise de séries temporais. São Paulo: Edgard Blücher.
- Pires EP, Ramos EMLS, Martins E, Pereira, HP. 2019. The belo monte hydroelectric plant and the epidemiological profile of malaria in the population of Altamira City– Pará –Brazil. *International Journal of Development Research*, 09, pp. 24982-24985.
- Ribas JS, Parra-Henao G.; Guimarães AE. 2012. Impact of dams and irrigation schemes in anopheline (diptera: culicidae) bionomics and malaria epidemiology. *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 54, pp.179-191.
- Rodrigues EC, Neto Lopes D. 2011. Controle da malária em um município amazônico. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 19, pp. 1-9.
- Statistical analysis system (SAS). 2002. Institute. SAS Procedures guide for computers. 9.ed.
- Terrazas WCM, Sampaio V de S, Castro, DB de, Pinto RC, Albuquerque BC de, Sadahiro M, Dos Passos RA, Braga JU. 2015. Deforestation, drainage network, indigenous status, and geographical differences of malaria in the State of Amazonas. *Malaria Journal*, 14, pp.1-9.
- Varga IVD. 2007. Fronteiras da urbanidade sanitária: sobre o controle da malária. *Saúde e Sociedade*, 16, pp. 28-44.
- Wei WS. 1989. Time series analysis: univariate and multivariate. Addison-Wesley.
- World Health Organization (WHO). 2014. World malaria Report 2014. World Health Organization, Geneva, 242p.

\*\*\*\*\*