



Universidade Federal da Bahia
Instituto de Saúde Coletiva
Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva
Doutorado em Saúde Pública

**"Avaliação da efetividade do Programa de
Erradicação do *Aedes aegypti*. Brasil,
1996-2002"**

Salvador - Bahia
Março de 2006

Ficha Catalográfica

Dias, Juarez Pereira..
Avaliação da efetividade do Programa de Erradicação
do *Aedes aegypti*. Brasil, 1996 a 2002. / Juarez Pereira
Dias - Salvador: 2006.

79. : il. ; 30 cm.

Tese (doutorado) - Universidade Federal da
Bahia.

1. *Aedes Aegypti*. 2. Avaliação. 3. Dengue I. Título.



**Universidade Federal da Bahia
Instituto de Saúde Coletiva
Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva
Doutorado em Saúde Pública**

**“Avaliação da efetividade do Programa de
Erradicação do *Aedes aegypti*. Brasil, 1996 a
2002”**

**Tese de doutoramento apresentada ao
Instituto de Saúde Coletiva da
Universidade Federal da Bahia como
requisito parcial para a obtenção do
título de Doutor em Saúde Pública**

Aluno: Juarez Pereira Dias

Orientadora: Maria da Glória Teixeira

**Salvador – Bahia
Março de 2006**

BANCA EXAMINADORA

Profª Maria da Glória Teixeira (Orientadora)
Universidade Federal da Bahia

Prof. Maurício Barreto
Universidade Federal da Bahia

Profª Ligia Maria Vieira
Universidade Federal da Bahia

Profº Almério de Castro Gomes
Universidade do Estado de São Paulo - USP

Prof. Pedro Luiz Tauíl
Universidade de Brasília - UNB

***“A verdadeira viagem de descoberta
não consiste em procurar novas terras,
mas em enxergar com novos olhos”***

Proust

**Aos meus irmãos: Dílson, Dilza e Urandy e meus filhos Iuri e Alan, pelo
carinho e compreensão.**

AGRADECIMENTOS

À Maria da Glória Teixeira, minha orientadora, pelo incentivo, dinamismo, sabedoria e a Maria da Conceição Costa, que me adotou e muito me ajudou na elaboração desse estudo.

Aos dirigentes do Centro Nacional de Epidemiologia, atual Secretaria de Vigilância da Saúde do Ministério da Saúde, pela oportunidade de realizar esta avaliação.

Aos meus chefes na Secretaria de Saúde do Estado da Bahia, na Universidade Federal da Bahia e na Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública pela compreensão e incentivo para a realização deste curso.

Aos responsáveis pelo setor de informações no Ministério da Saúde, Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde, que disponibilizaram os dados epidemiológicos indispensáveis às análises desse estudo.

Ao Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento e a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística pelo fornecimento dos dados meteorológicos e demográficos.

Aos Coordenadores e técnicos dos Hemocentros de Rio Branco/Ac, Macapá/Ap, Caruaru/Pe, Mossoró/RN pelo acolhimento e permissão para a coleta de material biológico.

Aos técnicos do Laboratório de Arboviroses do Instituto Evandro Chagas da Fundação Oswaldo Cruz do Ministério da Saúde, em especial ao Dr. Pedro Vasconcelos, pela realização dos exames sorológicos.

Ao Prof. Carlos Maurício Cardeal pelas indispensáveis contribuições nas análises estatísticas,

Aos pesquisadores e colegas, em especial aos estatísticos, do Instituto de Saúde Coletiva, que participaram das discussões necessárias às interpretações das análises realizadas.

Ao Dr. Garcia do Instituto de Física pela ajuda na edição do filme e a Edite pela paciência e boa vontade na diagramação da Tese e produção da apresentação.

A minha sempre amiga Alcina pela sua solidariedade e companheirismo.

Aos meus amigos do “*happy-hour*” que me proporcionaram momentos de muitas alegrias que me fizeram esquecer nos momentos difíceis.

Aos orientandos da Prof^a. Maria da Conceição Costa por terem permitido que muitas vezes ocupasse o horário de orientação a eles destinado.

Aos anônimos participantes deste estudo que se propuseram a colaborar doando material biológico e prestando as informações necessárias.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	8
ARTIGO I	
Dengue: distribuição espaço-temporal e relação com indicadores sociais, demográficos e ambientais. Brasil, 1997-2002	10
Resumo	11
Abstract	12
Introdução	13
Metodologia	15
Resultados	18
Discussão	20
Referências Bibliográficas	30
ARTIGO II	
Avaliação do programa de combate ao <i>Aedes Aegypti</i> sobre a incidência de casos notificados de dengue em alguns municípios brasileiros, 1996 - 2002	33
Resumo	34
Abstract	35
Introdução	36
Metodologia	38
Resultados	42
Discussão	46
Referências Bibliográficas	50
ARTIGO III	
Avaliação da efetividade do programa de combate ao <i>Aedes aegypti</i> sobre a circulação do vírus do dengue	55
Resumo	56
Abstract	57
Introdução	58
Metodologia	61
Resultados	65
Discussão	66
Referências Bibliográficas	74
CONCLUSÕES	77
ANEXO	79

APRESENTAÇÃO

Este trabalho representa parte dos requisitos exigidos pelo Colegiado de Cursos do Programa de Pós-Graduação do Instituto de Saúde Coletiva (ISC/UFBA) para obtenção do grau de Doutor em Saúde Pública, área de concentração Epidemiologia. A escolha do objeto de estudo, dengue, deveu-se à importância que a reemergência destas infecções no Brasil, evidenciada pela magnitude com que a doença vinha e continua ocorrendo, bem como a persistência da circulação desse vírus a despeito dos expressivos recursos financeiros que vinham sendo despendidos para as atividades de combate ao *Aedes aegypti* são justificativas, mais que suficientes para a realização desta avaliação.

Em 2001, o Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), órgão do Ministério da Saúde responsável pela vigilância e controle de doenças, lançou o Edital nº 2, cuja Linha Temática nº01 teve como objetivo avaliar o impacto do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* nos diferentes cenários de infestação. Este Programa, implantado em 1997, promoveu ajustes operacionais (PEAa) à proposta elaborada em 1996 pelo Conselho Nacional de Saúde em função de dificuldades política, administrativas e financeiras, reduzindo o escopo de ações, não contemplando a integralidade da proposta original. O projeto apresentado pelos pesquisadores do Programa Integrado de Investigação em Doenças Transmissíveis e Carências Nutricionais do ISC/UFBA e da Faculdade de Saúde Pública da USP, do qual participei desde o início de sua elaboração, foi o vencedor do Edital. Esta Tese de Doutorado representa o resultado final dos estudos desenvolvidos para atender ao solicitado pelo CENEPI.

Para superar a complexidade de um estudo de avaliação de um programa que tem como objetivo finalístico eliminar, ou pelo menos, reduzir a incidência de uma doença, cuja cadeia epidemiológica envolve três diferentes populações de seres vivos que habitam espaços profundamente modificados pelo homem, optou-se por empregar distintos desenhos de estudos epidemiológicos.

A primeira estratégia foi um estudo de agregados espaço-temporal tratando-se de uma avaliação do tipo “adequação”, onde se procura observar se a tendência da evolução da doença esta ocorrendo no sentido esperado. A

segunda, refere-se a um estudo de caso que avalia a efetividade do PEAa na ocorrência do dengue e a terceira constituiu-se de um inquérito soroepidemiológico da infecção pelo vírus produtor desta doença.

Mediante estas estratégias de investigação, atendeu-se aos propósitos do referido Edita,l demonstrando empiricamente a real efetividade do Programa e fatores associados com a evolução da doença, que estão apresentados sob a forma de três artigos científicos.

No primeiro artigo denominado, **“Dengue: distribuição espaço-temporal e relação com indicadores sociais, demográficos e ambientais. Brasil, 1997-2002”**, descreve-se a distribuição espacial e evolução temporal da epidemia de dengue nos municípios brasileiros, analisando fatores associados à dinâmica de ocorrência da doença.

Um estudo intitulado **“Avaliação do programa de combate ao *Aedes Aegypti* sobre a incidência de casos notificados de dengue em alguns municípios brasileiros, 1996-2002”** constitui-se no segundo artigo, no qual se avalia a efetividade do Programa na incidência da doença em quatro municípios selecionados (“casos” e “comparação”) obedecendo a critérios pré-definidos que incluíram variáveis epidemiológicas, climáticas e demográficas.

O terceiro artigo, **“Avaliação da efetividade do programa de combate ao *Aedes aegypti* sobre a circulação do vírus do dengue”** é um estudo realizado em candidatos à doação de sangue, residentes naqueles municípios. Vale referir, entretanto, que em razão da hipótese de baixa efetividade do PEAa já ter sido confirmada pela realidade concreta no momento de início da avaliação, o interesse do estudo passou a ser direcionado para verificar se a baixa efetividade estava relacionada às dificuldades técnico-operacionais ou às questões da fragilidade da tecnologia disponível para o controle da doença.

ARTIGO I

Dengue: distribuição espaço-temporal e relação com indicadores sociais, demográficos e ambientais. Brasil, 1997-2002

Resumo

Introdução: O dengue é a arbovirose de maior magnitude no mundo. No Brasil, é um dos principais problemas de Saúde Pública no campo das doenças infecciosas e, apesar dos recursos investidos para seu controle, já havia atingido cerca de 70% dos seus municípios em 2002. **Objetivo:** Descrever a distribuição espacial e temporal do dengue neste país, de 1997 a 2002, e analisar possíveis fatores associados. **Metodologia:** Estudo ecológico misto, tendo como unidades de análise o município, mês e ano calendário. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Bancos de dados do Ministério da Saúde e das Secretarias Estaduais de Saúde foram as fontes de dados utilizadas. Índice de Gini, taxa de analfabetismo entre maiores de 15 anos, densidade demográfica domiciliar, cobertura da população servida por rede geral de abastecimento de água e coleta de lixo pelo serviço público, Unidade Climática (UC), e coeficiente de incidência de dengue foram os indicadores considerados. Estes foram representados em mapas temáticos e por curvas de tendência temporal. A associação entre a distribuição espacial e temporal da doença e os fatores selecionados foi avaliada pelo Risco Relativo (RR) obtido mediante modelagem de regressão binomial negativa com efeitos aleatórios. **Resultados:** No período analisado, verificou-se tendência à elevação de ocorrência do dengue. Maiores incidências e RR foram observados nas UC Tropical Nordeste Oriental e Tropical Zona Equatorial. Áreas com menores coberturas da rede de abastecimento de água apresentaram maiores RR na UC Equatorial, Tropical Nordeste Oriental e Tropical Zona Equatorial e naquelas com menores coberturas de coleta de lixo o RR mais alto ocorreu na UC Temperada. **Conclusões:** Houve uma acentuada expansão territorial do dengue no Brasil com tendência a crescimento da incidência, particularmente, nas grandes cidades, principalmente da região Nordeste que apresenta condições climáticas, sócio-demográficas e ambientais mais favoráveis à sua ocorrência. Intervenções que visem à redução do risco de dengue devem contemplar melhoria dos serviços de abastecimento de água, nas regiões norte/nordeste e de coleta de lixo no sul do país, além das ações de combate direto ao vetor, pois estas não estão alcançando o impacto necessário.

Palavras-chave: Dengue; Epidemiologia; Distribuição espacial; Evolução temporal.

Abstract

Introduction: Dengue fever is the most widespread arbovirus in the world. In Brazil, it is one of the principal public health issues within the field of infectious diseases and, despite the resources invested in its control, this virus had already affected around 70% of Brazilian municipalities in 2002. **Objective:** To describe the spatial and temporal distribution of dengue in this country between 1997 and 2002 and to analyze possible associated factors. **Methodology:** A mixed ecological study design in which the analysis variables were the municipality, month and year. The data used in this study were obtained from the databases of the *Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística* (FIBGE), the United Nations Development Program (UNDP), the Ministry of Health of Brazil and the State Departments of Health. The indicators considered in this study were the Gini index of inequality, illiteracy rate, number of people per household, percentage of homes connected to the water supply network and percentage with garbage collection services, climatic zone and coefficient of determination of the rate of dengue fever. These were described using thematic maps and curves to depict temporal trends. The association between spatial and temporal distribution of the disease and the selected factors was evaluated using the relative risk (RR) obtained by carrying out random-effects negative binomial regression model. **Results:** Throughout the duration of the study, an increasing trend in the occurrence of dengue fever was noted. Higher incidence rates and RR were observed in the eastern/northeastern and equatorial tropical climatic zones. Areas in which low percentages of the population were connected to the water supply network had a greater RR in the equatorial and eastern/northeastern tropical climatic zones, and in those areas in which fewer households have garbage collection services, the highest RR occurred in the temperate climatic zone. **Conclusions:** Dengue fever spread rapidly throughout the entire country, with a particular growth trend in the large cities, mainly in the northeast, which has favorable climatic, sociodemographic and environmental conditions for its occurrence. Interventions aimed at reducing the risk of occurrence of dengue fever should consider improving the domestic water supply in the north/northeastern regions of the country and garbage collection services in the south, as well as implementing actions to combat the vector directly, since current actions have failed to achieve the necessary impact.

Key words: dengue fever; epidemiology, spatial distribution; temporal evolution.

1. introdução

Atualmente, o dengue se constitui em um dos principais problemas de saúde pública no mundo. Apresenta-se com grande magnitude, particularmente, em países tropicais, onde as condições ambientais associadas à precariedade do saneamento e à ineficácia de políticas públicas para controle da doença têm favorecido a sua dispersão e manutenção. Estima-se que mais de 2,5 bilhões de pessoas no mundo vivem sob o risco de contrair dengue e que 50 milhões adoecem por ano, sendo crescente o risco de suas formas clínicas mais graves às quais podem resultar em altas taxas de letalidade^{1,2}.

A expansão geográfica desta doença tem sido associada à complexa interação entre características climáticas dos países situados entre os paralelos 40° norte e 40° sul, adensamento populacional, padrão de comportamento das sociedades, desigualdades sócio-econômicas, precária infra-estrutura de saneamento ambiental, e ao intenso fluxo de indivíduos e mercadorias, intra e inter-países^{3,4,5}.

No Brasil, o dengue é considerado reemergente, por ter estado livre deste vírus por mais de cinco décadas, quando em 1981 eclodiu uma epidemia em Roraima, ocasião em que foram isolados os sorotipos DENV1 e DENV4⁶. A partir de então, vêm sendo registradas sucessivas epidemias e, nos últimos 10 anos, esta doença já havia atingido quase 70% dos 5.507 municípios brasileiros. Aproximadamente 2,1 milhões de casos foram notificados, o que corresponde a cerca de 70% do total das Américas nos últimos cinco anos⁷.

O Governo brasileiro vem promovendo, desde a década de oitenta, estratégias diferenciadas de intervenção, inclusive o Programa denominado de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), no período de 1997 a 2002⁸. Os gastos

para redução da morbi-mortalidade por esta doença vêm aumentando progressivamente e o Ministério da Saúde em 2005 aplicou mais de um bilhão de reais no atual programa de controle e atenção médica⁹.

De acordo com o Sistema de Classificação de Köppen, a maior parte do território brasileiro encontra-se situado no padrão climático Tropical Úmido e Tropical Chuvoso e Seco, onde o regime de chuvas é regular, as temperaturas máxima e mínima apresentam pouca variabilidade, a umidade relativa do ar é elevada, além de ser maior o número de dias ensolarados¹⁰, o que estabelece condições adequadas ao desenvolvimento, proliferação e sobrevivência de artrópodes transmissores de arboviroses, inclusive o *Aedes aegypti*¹¹, principal vetor do dengue nas Américas^{12, 13}.

Investigações conduzidas em diferentes municípios brasileiros têm demonstrado a existência de relação entre o risco de ocorrência do dengue e condições sócio-econômicas^{14,15,16}, clima¹¹, densidade demográfica¹⁷, entre outros fatores. Entretanto, a maioria destes estudos que buscam identificar fatores associados a esta virose está restrita a municípios ou regiões geográficas muito limitadas.

Tendo em vista que o Brasil é um país de dimensões continentais, com acentuadas desigualdades regionais, tanto no que se refere à situação sócio-econômica quanto às características climáticas, com distribuição não homogênea dos seus aglomerados populacionais urbanos, e que vem sofrendo transformações decorrentes tanto do crescimento demográfico como do intenso fluxo migratório da população em direção aos grandes centros urbanos, gerando aglomerados humanos densamente povoados, desordenados e caóticos, principalmente, nas suas periferias^{18,19}, faz-se necessário conhecer

como o dengue se distribui nos seus diferentes territórios e que fatores de risco são mais relevantes para a sua ocorrência. Estas informações poderão subsidiar o planejamento e aprimoramento das ações voltadas para o controle desta virose. Neste sentido, a presente investigação tem como objetivo descrever o padrão de distribuição espacial e temporal do dengue nos municípios brasileiros, analisando possíveis fatores associados.

2. Metodologia

Realizou-se um estudo ecológico misto, espaço-temporal, sobre casos autóctones de dengue ocorridos no Brasil, de janeiro de 1997 a dezembro de 2002, tendo como unidades de análise município, mês e ano calendário. Embora a epidemia desta doença tenha se instalado no país desde 1981, mudanças ocorridas no seu sistema de notificação e a descentralização do gerenciamento do referido sistema provocaram descontinuidade e perda de dados, impedindo a recuperação da informação sobre os casos notificados desagregada por município e mês, nos anos anteriores a 1997.

O Estado de São Paulo foi excluído por adotar, diferentemente das demais Unidades Federadas, a confirmação laboratorial como critério de notificação. Os casos oriundos dos 54 municípios criados após o ano de 2000 foram alocados nas municipalidades de origem. Assim, foram incluídos 4.862 (88,3%) dos 5.507 municípios brasileiros existentes em 2000.

Informações sobre número de habitantes, unidades climáticas e indicadores sociais, demográficos e de saneamento referem-se ao ano 2000, e foram obtidas da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE, 2000) e do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

(PNUD/Brasil). Bancos de Dados das Secretarias Estaduais de Saúde e planilhas da Coordenação Geral do Programa Nacional de Controle do Dengue do Ministério da Saúde foram as fontes das quais se levantou o número de casos da doença. Para cinco Unidades Federadas não foi possível recuperar os dados das notificações de dengue desagregadas por município, nos dois primeiros anos do estudo.

Foram considerados os seguintes indicadores discriminados por município: coeficientes de incidência anual de casos notificados de dengue; Densidade Demográfica por domicílios particulares permanentes (DDd); Unidade Climática (UC), classificada segundo os seguintes climas zonais ou genéricos: equatorial, tropical - zona equatorial, tropical - nordeste oriental, tropical - Brasil central e temperado; Índice de Gini (InGini) e; percentual de indivíduos com 15 anos ou mais analfabetos (Analfa); percentual de moradores com abastecimento de água procedente da rede geral canalizada, em pelo menos um cômodo, (Percagua); percentual de moradores com coleta de lixo realizada por serviço de limpeza pública (Perclixo). Com exceção da Unidade Climática, em todas as análises os indicadores empregados foram categorizados por quartis.

Para observar a progressão espacial da doença no país, foram construídos mapas temáticos relativos a cada ano do estudo, assinalando-se os municípios que notificaram casos. Também foram representados em mapas temáticos os valores dos indicadores sociais, demográficos, ambientais e de saneamento relativos ao ano 2000, bem como os da incidência de dengue por município no ano de 2002, de modo a tornar possível a observação de

correspondência na distribuição espacial desta última com os dos demais indicadores quando da superposição dos respectivos mapas.

A evolução temporal da doença foi analisada a partir das curvas de tendência da incidência anual do dengue, de 1997 a 2002, calculada para cada quartil dos indicadores sócio-demográficos, ambientais e de saneamento.

Para facilitar a visualização da progressão espaço-temporal, utilizou-se uma projeção animada²⁰, construída a partir dos 48 mapas dos logaritmos da incidência mensal de casos notificados de dengue para todos os municípios brasileiros no período de janeiro de 1999 a dezembro de 2002, gerados pelo método de suavização Loess (regressão linear local ponderada) empregando-se na suavização de cada ponto 5% do total de pontos do mapa. Desta forma, na estimativa da intensidade os pontos mais afastados geograficamente, na Região Amazônica, por exemplo, 5% dos municípios representam área muito maior do que no Sudeste, portanto, adequado às dimensões locais. Foram excluídos do estudo os anos de 1997 e 1998 pela ausência de informações sobre casos de dengue para esses anos em algumas Unidades Federadas. A análise foi realizada no pacote estatístico R²¹. A imagem do padrão de distribuição espaço-temporal da epidemia foi gerada utilizando a função desenvolvida por O.G. Cruz (em anexo), especificamente para este fim, que interpola as matrizes de cada momento temporal utilizando um algoritmo de transição gradativa entre as imagens, produzindo 480 destas em formato png. Estas foram reunidas em uma animação em formato mng, utilizando o software livre *ImageMagick* (<http://www.imagemagick.org>).

A existência de associação entre a incidência acumulada de dengue, de 1997 a 2002, e as variáveis independentes selecionadas foi avaliada a partir do

Risco Relativo (RR) obtido mediante análise multivariada, utilizando-se o modelo de regressão binomial negativa²² com efeito fixo, escolhido após aplicação do teste de Hausman. Como referência, foi considerada a incidência da doença observada na UC Temperada e no quartil de cada indicador socioeconômico, demográfico, ambiental e de saneamento que expressava a situação menos favorável à sua ocorrência (ou seja: menores Densidades Demográficas domiciliares, Índice de Gini, proporção de analfabetismo e, maiores coberturas da população servida pela rede geral de abastecimento de água e com coleta de lixo pelo serviço de limpeza pública).

Na medida em que intervenções específicas podem modificar, em curto e em médio prazo, a cobertura de água e de coleta de lixo da população e que o clima tem sido apontado como um dos principais determinantes da ocorrência do dengue calculou-se ainda o RR desta doença, através do modelo de regressão binomial negativa com efeito aleatório, uma vez que não houve convergência das variáveis quando utilizado o modelo fixo, em cada Unidade Climática considerando apenas estes dois indicadores de saneamento.

Os testes estatísticos foram realizados nos softwares Stata 9.0 e SPSS 11.0 for Windows, aceitando-se nível de significância de 0,05.

3. Resultados

Em 1997, foram observados dois pólos com maior concentração de casos notificados de dengue. Um deles, situado no nordeste do país, foi constituído por municípios com as maiores densidades demográficas desta região e o outro no centro-oeste. Alguns municípios dos Estados do Rio de Janeiro, do Pará e norte do Tocantins também se destacaram como

importantes áreas de ocorrência da doença. Nos dois anos seguintes, o dengue continuou sendo notificado no nordeste e centro oeste, e avançou em direção ao norte do país, atingindo municípios situados nos Estados de Rondônia e Acre. O sul de Minas Gerais e norte do Paraná também passaram a registrar casos da doença. A partir de então, atingiu um maior número de municípios de todas as regiões, exceto o sul do país (Figura 1). Esta última UC temperada permaneceu indene para o dengue, com exceção de alguns municípios do Estado do Paraná.

Na comparação das imagens geradas pelos mapas temáticos da distribuição da incidência do dengue em 2002 com os indicadores selecionados, observa-se superposição dos municípios de maior incidência de dengue com as UCs Tropical Nordeste Oriental, Tropical Zona Equatorial e Tropical Brasil Central, com os quartis de municípios de maiores percentuais de analfabetos e também naqueles da região nordeste com maior DDd. Os municípios da UC Equatorial apresentaram os piores indicadores sociais, demográficos e de saneamento e grande parte deles apresentam baixas taxas de risco para dengue. (Figura 2).

As maiores médias de incidência anual de dengue para o período estudado, foram encontradas nas UC Tropical Zona Equatorial (511,01/100.000) e Tropical Nordeste Oriental (368,50/100.000), assim como os maiores Riscos Relativos, 2,00 [1,47-2,73] e 3,29 [2,43- 4,46], respectivamente, quando a UC Temperada foi tomada como referência. Este primeiro indicador variou de 218,70/100.000 habitantes no quartil de municípios com menores valores do Índice de Gini a 330,67/100.000 habitantes naquele de valores mais elevados, e os RR, utilizando-se como referência os menores

valores deste Índice, variaram de 0,89 a 0,52. As maiores taxas de incidência também foram observadas nos quartis de municípios com maior cobertura da população com abastecimento de água pela rede geral (322,91/100.000) e coleta de lixo (322,89/100.000 habitantes), entretanto, o RR foi mais alto no quartil de menor cobertura de água (1,51) e lixo (1,75), quando utilizado como parâmetro os maiores valores destes indicadores. Para a Densidade Demográfica domiciliar, Percentual da população com idade igual ou superior a 15 anos analfabeta não se observou um padrão definido (Tabela 1).

Na análise dos indicadores de saneamento ambiental isoladamente, considerando cada UC, observou-se que os municípios da UC Equatorial apresentaram os mais elevados RR de dengue em todas as faixas de cobertura de serviços de água (2,95; 2,15 e 2,17) vindo a seguir aqueles da UC Tropical Nordeste Oriental (1,59; 2,02 e 2,10) e Tropical Zona Equatorial e (1,16; 1,08 e 1,80). Para a cobertura de serviços de limpeza urbana os maiores RR (2,53; 2,28 e 5,46) foram encontrados na UC Temperada (Tabela 2).

Ao longo do período do estudo ficou evidenciado um incremento nos valores da incidência do dengue em todas as UC e quartis dos demais indicadores estudados, mais acentuado nos municípios da UC Tropical Brasil Central, menores valores de DDd e mais elevados Índice de Gini e cobertura populacional servida por água da rede de abastecimento público e por serviço de coleta de lixo (Figura 3).

4. Discussão

De acordo com os resultados deste estudo, de 1997 a 2002, ocorreu uma acentuada expansão territorial do dengue no Brasil. Observe-se que neste

período, 3.711 municípios registraram casos, enquanto de 1981, ano da primeira epidemia desta doença neste país⁶, até 1996 os registros estiveram restritos a 638 cidades²³. Esta rápida expansão territorial acompanhada da tendência de crescimento do risco da doença em quase todas as regiões do país corrobora a considerável força de transmissão do vírus do dengue.

A considerável magnitude assumida pela incidência do dengue em 1998 e 2001/2002 indica que as medidas de controle implementadas não lograram o êxito desejado e, possivelmente, este agravamento ocorreu em função da contínua expansão geográfica do vetor, da disseminação do sorotipo DENV2 desde 1994 para capitais do Nordeste e Centro-oeste, onde o DENV1 já estava circulando, e da introdução do DENV3 em 2001 no Rio de Janeiro^{24,25,7}. Este fato não surpreende, tendo em vista que a solução apresentada pelo Conselho Nacional de Saúde para o controle da situação não foi implementada e as ações desenvolvidas desde 1997 o foram mediante repasse convenial que atendia municípios dispersos, sofriam soluções de continuidade, além de serem demasiadamente centradas no uso de inseticidas²⁶.

Na larga faixa de elevado risco observado no nordeste/centro-oeste nos dois primeiros anos deste estudo predominam os climas semi-úmido e semi-árido nas áreas continentais, e quente, úmido e super-úmido no litoral, onde a temperatura anual pouco varia²⁷ e se encontra dentro dos limites ideais para a sobrevivência e reprodução do vetor²⁸. Como a transmissão viral ocorre com maior intensidade quando há pouca variação da temperatura, esta se mantém praticamente durante todo o ano, mesmo que em menor intensidade em determinados períodos um pouco mais frio, configurando assim o padrão sazonal da doença. Embora a região Amazônica (UC Equatorial) também

apresente condições climáticas favoráveis à proliferação do mosquito transmissor, o reduzido número de casos de dengue ali registrado pode ser explicado pela rarefação populacional e as grandes distâncias entre os centros urbanos que dificultam o trânsito de pessoas. Por outro lado, na região sul (UC Temperada), onde a amplitude da temperatura ambiente é grande²⁶ não foram registrados casos da doença, exceto, no norte e noroeste do Paraná que apresentam clima quente e úmido e reduzida amplitude de variação. Estes achados confirmam que a variação da temperatura é um dos mais importantes condicionantes para a intensidade de ocorrência do dengue^{11,29}.

Vale salientar que a exemplo do que já vem ocorrendo na Ásia¹, também se observou neste estudo expansão desta virose para áreas menos desenvolvidas, embora a predominância tenha sido nas grandes cidades.

Os maiores riscos encontrados nas áreas com maiores desigualdades na distribuição de renda e mais elevadas coberturas da população servida pela rede geral de abastecimento de água e coleta de lixo são consistentes com a literatura que caracteriza o dengue como uma doença de transmissão essencialmente urbana^{13,29}. Poder-se-ia esperar que em locais que dispõem de melhor infra-estrutura de serviços públicos de saneamento, principalmente os referidos anteriormente, não deveriam oferecer condições ideais para oviposição e proliferação das larvas do *Aedes aegypti*. Todavia, tem que se considerar que no Brasil, particularmente na região nordeste, existe grande intermitência no suprimento de água, pois, tal fato torna habitual o armazenamento de água em tambores, tinas, tonéis, potes e tanques dispostos dentro ou no peri-domicílio que, na maioria das vezes, permanecem descobertos ou com vedamento insatisfatório, tornando-se produtivos

criadouros de larvas viáveis do vetor^{25,30,31}. Este cenário levou o PEAa, em 2002, a incluir em seu escopo de ações a distribuição de tampas para que as populações passassem a vedar os recipientes domiciliares de água⁸.

Os maiores riscos relativos de dengue encontrados nos quartis de municípios com menor cobertura populacional de água servida pela rede geral de abastecimento nas UC Tropical Nordeste Oriental e Tropical Zona Equatorial e nos quartis com menor cobertura populacional de coleta de lixo pelo serviço público na UC Temperada, quando estes dois indicadores foram analisados considerando apenas Unidade Climática, sugerem que se intervenções de saneamento vierem a ser realizadas na perspectiva de redução de incidência do dengue deverão privilegiar na região Nordeste os sistemas de suprimento de água e no sul do país o mais importante seria a coleta de lixo. Observe-se que no que diz respeito ao suprimento de água as melhorias deverão ir além da ampliação de cobertura, pois o aporte e distribuição contínua são fundamentais na redução de disposição no ambiente dos criadouros potenciais do *Aedes aegypti*.

Vale salientar, que a interpretação destes resultados deve ser vista com certa cautela, pois os dados de notificação de dengue empregados no estudo não representam o universo de casos existentes, em razão de subnotificação, grande frequência de casos oligosintomáticos que se resolvem sem assistência dos serviços de saúde e, por perdas de registros de caso. Ademais, as análises deste estudo não consideraram as diferenças na qualidade e amplitude das ações de combate vetorial nem a imunidade de grupo, aspecto importante na redução da circulação viral, particularmente após a vigência de grandes epidemias. Uma outra restrição a considerar é o fato dos dados analisados se

referirem ao município como um todo e não considerando as diferenças intra-urbanas demográficas, ambientais, sociais, econômicas e de saneamento.

Em que pese tais restrições, os achados deste estudo são consistentes com a realidade concreta da situação atual desta doença no país⁹. Assim, considerando-se que estudos descritivos podem se constituir em importantes ferramentas para realizar avaliação de efetividade no que se refere à adequação das intervenções³², o estudo da evolução espacial e temporal do dengue no período analisado indica que as atividades do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa), instituído em 1997 e implementado na grande maioria dos municípios brasileiros até 2002⁸ não alcançaram o impacto desejado.

5. Referências Bibliográficas

1. Guha-Sapir D e Schimmer B. Dengue fever: new paradigms for a changing epidemiology. *Emerg Themes Epidemiol* 2005;2(1):1-10.
2. Gubler DJ. Epidemic Dengue/Dengue Haemorrhagic Fever: A Global Public Health Problem in the 21st Century. *Dengue Bulletin*. WHO.1997;21.
3. Kovats RS, Haines A. Global climate change and health: recent finding and future steps. *CMAJ-JAMC* 2005;172(4):501-2.
4. Ludwig B, Kraus FB, Allwinn R, Doerr HW, Preiser W. Viral Zoonoses – A Threat under Control? *Intervirolgy* 2003;46:71-8.
5. Liborio M, Tomisani AM, Moyano CB, Salazar R, Balparda LR. Estratégias de prevención de dengue – Rosario, Argentina. *Rev Bras Epidemiol*. 2004;7(3):311-27.
6. Osanai CH. A epidemia de Dengue em Boa Vista, Território Federal de Roraima, 1981-1982 [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública; 1984.
7. Siqueira JB, Marteli CMT, Coelho GE, Simplicio ACR, Hatch DL. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever, Brazil, 1981 – 2002. *Emerg Infect Dis* 2005;11(1):48-53.
8. Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. Plano Nacional de Controle da Dengue. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde, 2002.
9. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde {acessado em 21 de fevereiro de 2006} Disponível em <http://www.saude.gov.br/svs>
10. Ahrens CD. *Meteorology today: a introduction to weather, climate, and the environment*. 5th ed. New York: West Publishing Comapany; 1994.
11. Oliveira MMF. A Dengue em Curitiba/PR: uma abordagem climatológica do episódio de março/abril – 2002. *R RAF GA* 2004;8:45-54.
12. Gubler DJ. Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever in the Americas. In: World Health Organization, Regional Office for South-East Asia. *SEARO*.1993;22:9-22.
13. Consoli R, Oliveira RL. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. 1^o Ed. Rio de Janeiro. Fiocruz.1994.1228p.
14. Costa AIP, Natal D. Distribuição espacial da dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. *Rev Saúde Pública* 1998;32(3):232-6.

15. Pontes RJS. Estudo da epidemia de dengue no município de Ribeirão Preto-SP, 1991-1992 [Tese de Doutorado]. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Departamento de Medicina Social, 1992, 224p.
16. Teixeira MGLC, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira LDA, Vasconcelos PF. Avaliação de impacto de ações de combate ao *Aedes aegypti* na cidade de Salvador - Bahia. Rev Bras Epidemiol. 2003;5(51):108-15.
17. Chiaravalloti-Neto F. Epidemiologia da dengue nas regiões de São José do Rio Preto e Araçatuba, São Paulo, 1990 a 1996 [Tese de Doutorado]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo; 1999.
18. Tauil, LP. Urbanização e ecologia do dengue. Cad Saúde Pública 2001;17(supl):99-102.
19. Ujavari SC. A história e suas epidemias: A convivência do homem com os microorganismos. 1º ed. São Paulo: Editora Senac; 2003.
20. Carvalho MS, Cruz OG. Propagação da Violência – Região SUDESTE, 1980-1996. In: 8a. Escola de Séries Temporais e Econometria, 1999, Friburgo. Programa e Resumos da 8a. Escola de Séries Temporais e Econometria, 1999.
21. R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing, 2005. <http://www.R-project.org>
22. Wooldridge JM. Introdução à Econometria: uma Abordagem Moderna. Tradução Rogério César de Souza e José Antônio Ferreira. São Paulo. Pioneira Thompson Learning, 2006.
23. Brasil. Ministério da Saúde. FNS. Documento apresentado na Reunión del grupo tecnico asesor para el estudio de la factibilidad, oportunidad y conveniencia de la erradicación del *Aedes aegypti* en las Américas. Dengue no Brasil: estado atual, estratégias de controle/erradicação, problemas e potenciais soluções. Brasília, 1996.
24. Teixeira MG, Costa MCN, Barreto ML, Mota E. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics in Brasil: what research is needed based on trends, surveillance, and control experiences?. Cad Saúde Pública. 2005;21(5):1307-15.
25. Rolim MLM. Aspectos clínicos e laboratoriais de formas graves de dengue em pacientes internados em Fortaleza-Ceará em 2003. {Dissertação de Mestrado}. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2005.
26. Teixeira MG, Travassos da Rosa A, Vasconcelos P, Barreto ML. Diferenças intraurbanas na circulação dos vírus do dengue em uma grande cidade – Salvador/Bahia, 1998. Rev Soc Bra Med Trop. 1999;32(Supl.1):174.

27. Brasil, 2005. Ministério da Ciência e Tecnologia. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.
28. Tun-Lin W, Burkot TR, Kay BH. Effects of temperature and larval diet on development rates and survival of the dengue vector *Aedes aegypti* in the north Queensland Australia. *Medical & Veterinary Entomology*. 2000;14:31-7.
29. Peterson K. Insect-Borne Disease and Australia . *Biol394-A*. April 16,2003.
30. Pamplona LGC, Lima JWO, Cunha JCL, Santana EWP. Avaliação do impacto na infestação por *Aedes aegypti* em tanques de cimento do município de Canindé, Ceará, Brasil, após a utilização do peixe *Betta splendens* como alternativa de controle biológico. *Rev Soc Bras Med Trop* 2004; 37(5):400-404.
31. Danalísio MR, Glasser CM. Vigilância Entomológica e controle de vetores do dengue. *Rev. Bras. Epidemiol.*2002;5(3): 259-79.
32. Habicht JP, Victora CG, Vaughan, JP. Evaluation designs for adequacy, plausibility and probability of public health programme performance and impact. *International Journal of Epidemiology*. 1999;28:10-18.

Figura 1 - Evolução temporal e espacial de casos de dengue segundo ano de ocorrência. Brasil, 1997-2002

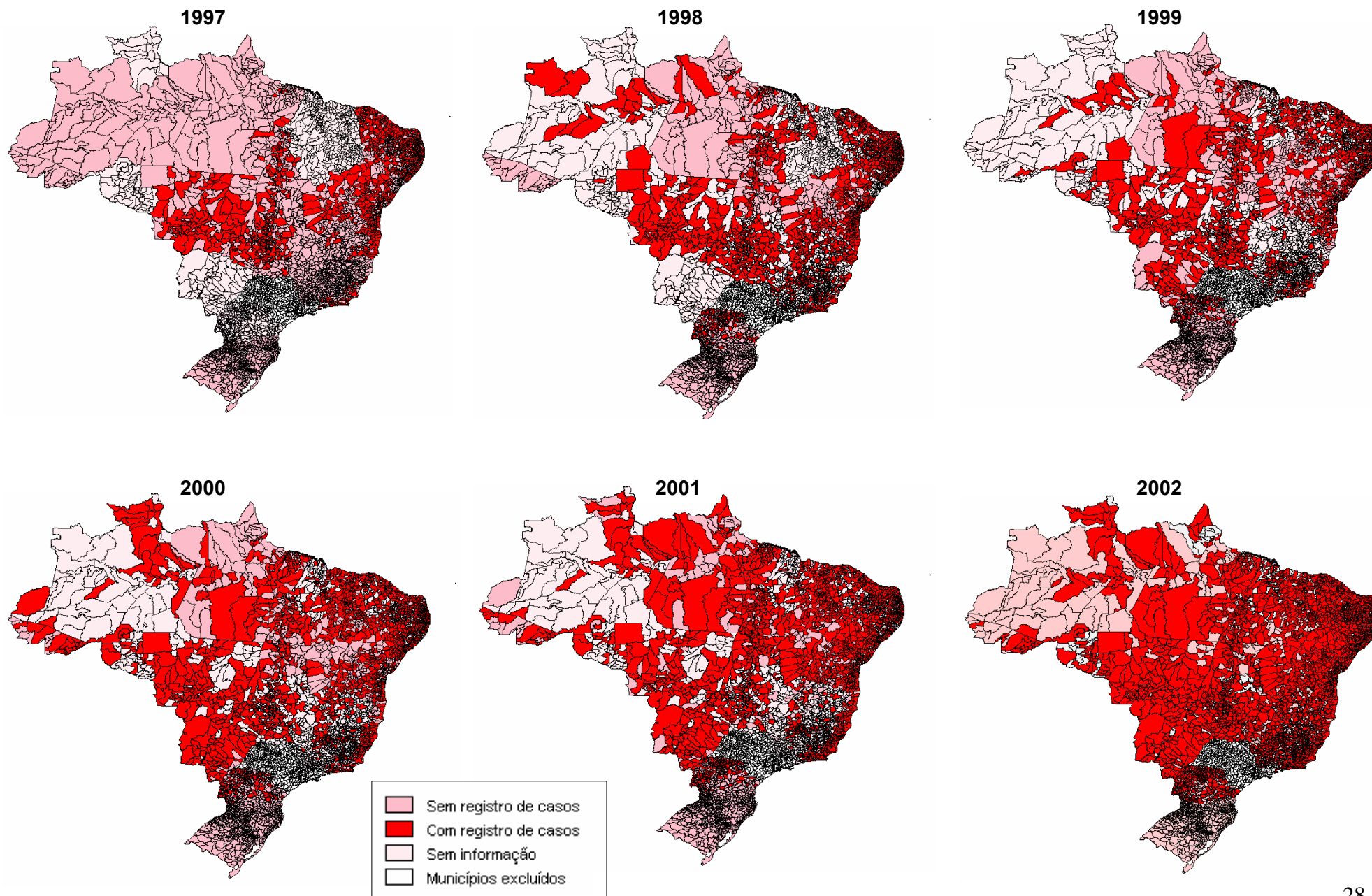


Figura 2 - Distribuição dos municípios segundo Unidades Climáticas e quartis dos indicadores selecionados. Brasil, 2000

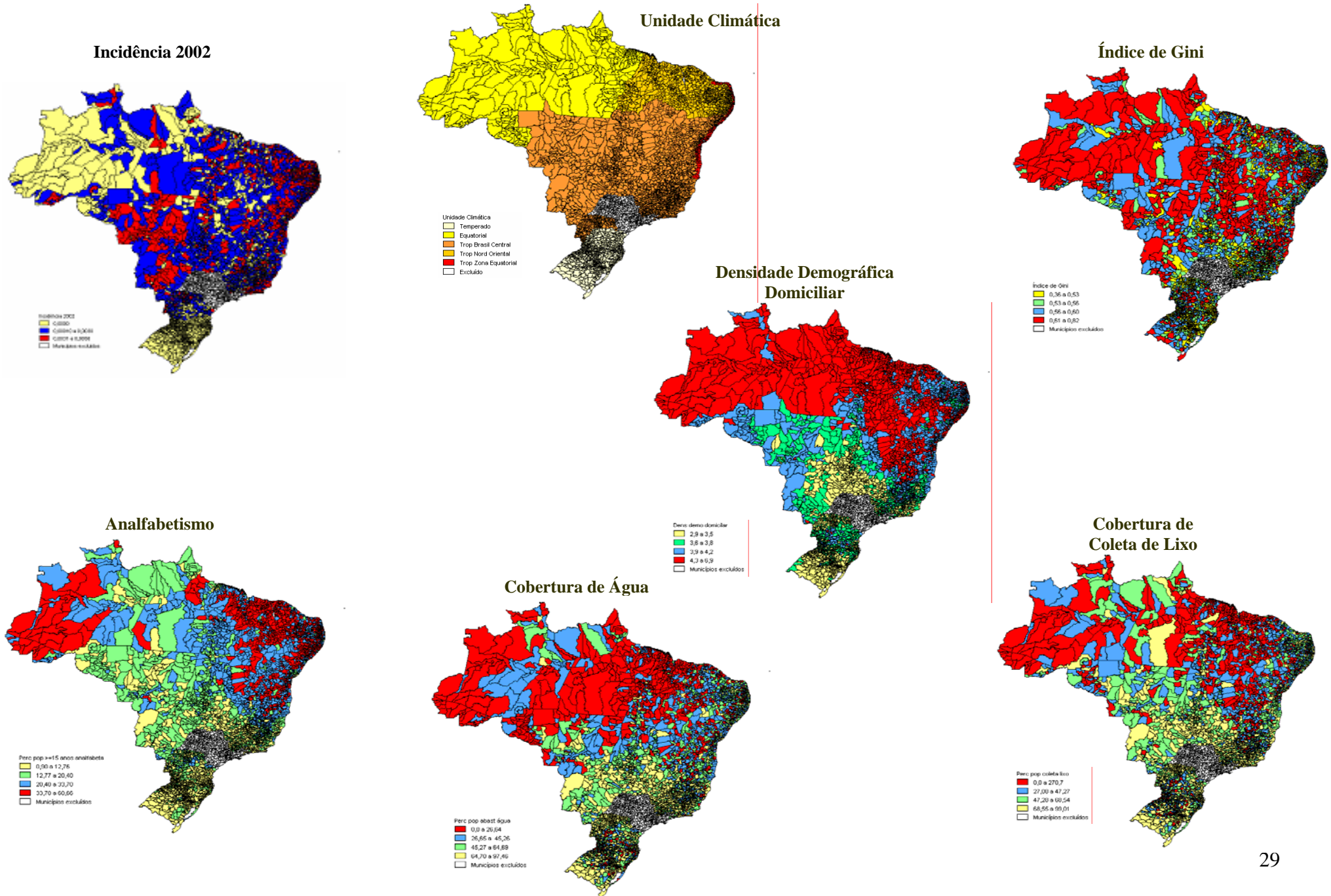


Figura 3. Tendência linear da incidência anual de dengue segundo Unidade Climática e Quartis de indicadores selecionados. Brasil, 1997 - 2002

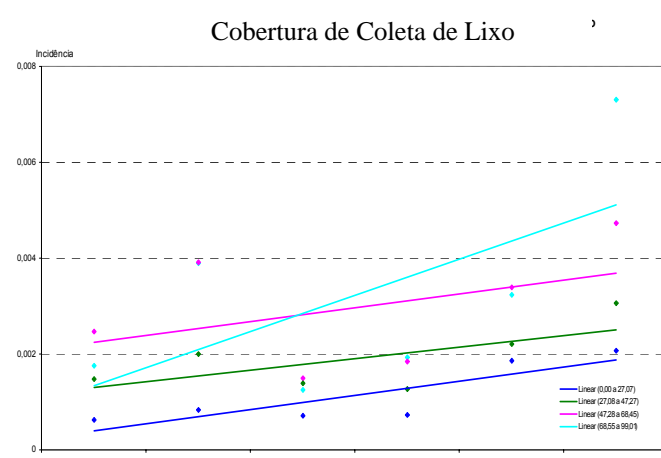
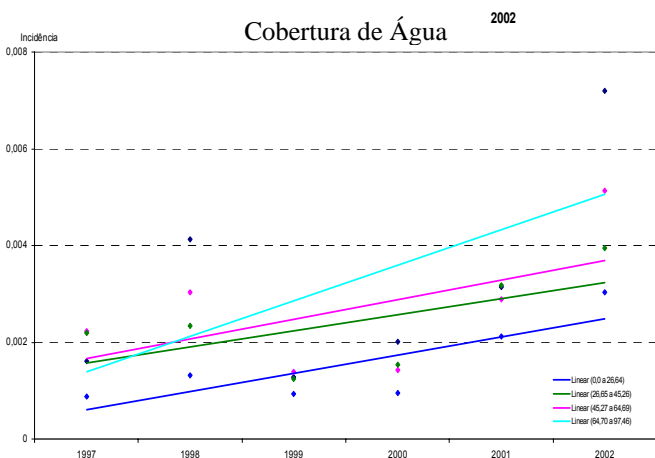
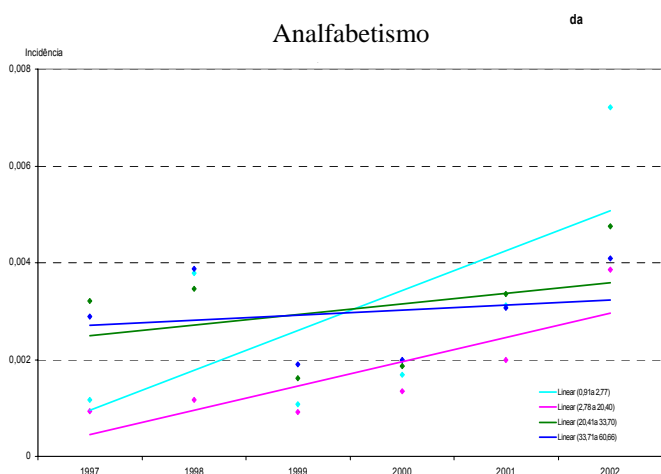
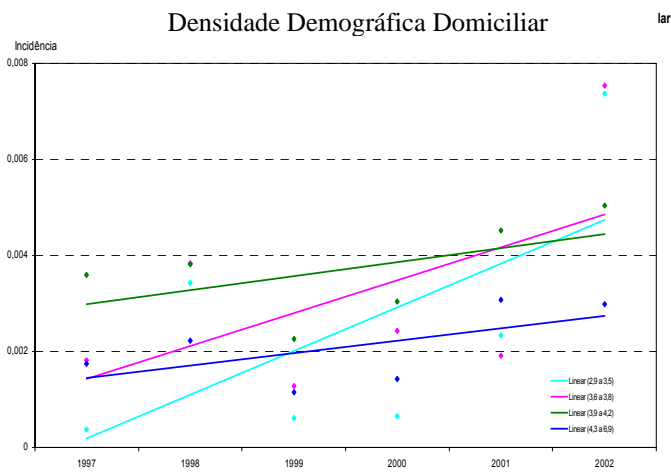
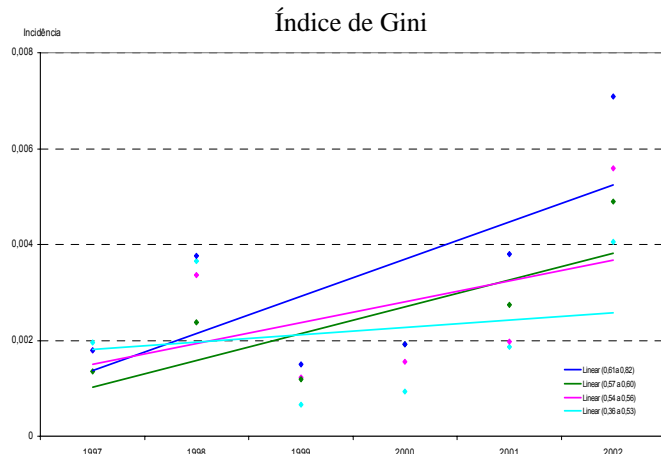
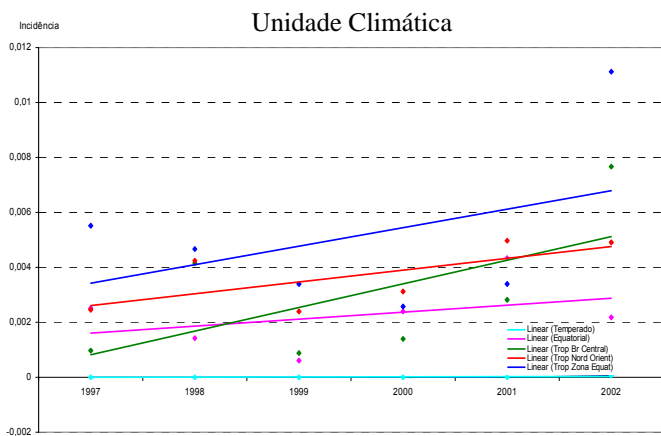


Tabela 1 - Coeficiente de Incidência (/100.000 hab.) e Risco Relativo de dengue segundo variáveis selecionadas. Brasil, 1997 – 2002

Variável	Incidência acumulada	Risco Relativo
Unidade Climática		
Temperada	1,44	-
Equatorial	223,84	0,74 [0,54-1,03]
Tropical Brasil Central	297,66	¹ 1,90 [1,41-2,55]
Tropical Nordeste Oriental	368,50	¹ 3,29 [2,43-4,46]
Tropical Zona Equatorial	511,01	¹ 2,00 [1,47-2,73]
Índice de Gini		
0,36 - 0,53	218,70	-
0,54 - 0,56	258,07	¹ 0,89 [0,82-0,97]
0,57 - 0,60	241,45	¹ 0,75 [0,70-0,81]
0,61 - 0,82	330,67	¹ 0,52 [0,48-0,55]
Densidade demográfica domiciliar particular permanente		
2,9 - 3,5	256,75	-
3,6 - 3,8	302,63	¹ 0,91 [0,83-0,99]
3,9 - 4,2	364,50	¹ 0,58 [0,53-0,64]
4,3 - 6,9	176,62	¹ 0,54 [0,49-0,60]
Percentual da população ≥15 anos analfabeta		
0,91 - 12,77	301,07	-
12,78 - 20,40	170,17	¹ 5,45 [5,00-5,95]
20,41 - 33,70	304,50	4,28 [3,84-4,78]
33,71 - 60,66	296,83	¹ 4,59 [4,06-5,19]
Percentual população com abastecimento água rede geral		
64,70 - 97,46	322,91	-
45,27 - 64,69	268,00	¹ 1,22 [1,12-1,32]
26,65 - 45,26	240,56	¹ 1,31 [1,19-1,45]
0,0 - 26,64	153,94	¹ 1,51 [1,35-1,68]
Percentual da população com coleta de lixo serviço pública		
68,55 - 99,01	322,89	-
47,28 - 68,54	297,21	¹ 1,76 [1,62-1,92]
27,08 - 47,27	190,13	¹ 1,78 [1,60-1,97]
0,0 - 27,07	113,84	¹ 1,75 [1,55-1,97]

(1) Diferença estatisticamente significativa

Tabela 2 - Risco Relativo de dengue controlado por Unidade Climática e ajustado pelos demais indicadores selecionados¹. Brasil, 1977– 2002

Unidade Climática	Temperada	Equatorial	Tropical Brasil Central	Tropical Nordeste Oriental	Tropical Zona Equatorial
Percentual da população com abastecimento de água servida pela rede geral					
64,70 - 97,46	-	-	-	-	-
45,27 - 64,69	0,58 [0,27-1,23]	² 2,95 [1,44-6,04]	1,07 [0,98-1,16]	² 1,59 [1,35-1,89]	1,16 [0,93-1,43]
26,65 - 45,26	² 0,25 [0,08-0,72]	² 2,15 [1,12-4,11]	1,12 [1,00-1,25]	² 2,02 [1,69-2,41]	1,08 [0,84-1,40]
0,0 - 26,64	² 0,21 [0,05-0,78]	² 2,17 [1,09-4,31]	² 1,28 [1,13-1,46]	² 2,10 [1,74-2,53]	² 1,80 [1,31-2,46]
Percentual da população com coleta de lixo pelo serviço público					
68,55 - 99, 01	-	-	-	-	-
47,28 - 68,54	² 2,53 [1,17-5,48]	² 2,37 [1,65-3,41]	² 1,52 [1,39-1,66]	0,92 [0,79-1,08]	1,20 [0,99-1,46]
27,08 - 47,27	2,28 [0,86-6,07]	² 3,54 [2,40-5,23]	² 1,34 [1,19-1,51]	² 0,80 [0,68-0,95]	1,15 [0,89-1,47]
0,0 - 27,07	² 5,46 [1,51-19,71]	² 2,99 [2,00-4,47]	² 1,18 [1,02-1,37]	² 0,68 [0,57-0,81]	0,89 [0,60-1,31]

(1) Índice de Gini, Densidade demográfica domiciliar particular permanente, Percentual da população ≥15 anos analfabeta, Percentual população com abastecimento água rede geral e Percentual da população com coleta de lixo serviço pública.

(2) Diferença estatisticamente significante

ARTIGO II

**Avaliação do programa de combate ao *Aedes aegypti*
sobre a incidência de casos notificados de dengue em
alguns municípios brasileiros, 1996 - 2002**

Resumo

Introdução: Desde a reemergência da dengue na década de oitenta, que o Brasil investe recursos nos programas de combate a esta doença e, no entanto, a circulação do vírus continua em franca expansão. **Objetivo:** Avaliar a efetividade do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* (PEAa) sobre o coeficiente de incidência de casos de dengue. **Metodologia:** Estudo de avaliação “ex-post-facto” envolvendo quatro municípios, no período de janeiro/1996 a dezembro/2002, selecionados a partir de critérios epidemiológicos, climáticos e demográficos. Formou-se conjunto de municípios com características semelhantes, diferindo quanto à qualidade de operacionalização da intervenção. Número de casos de dengue, coeficiente de incidência, Índice de Infestação Predial pelo *Aedes aegypti* (IP), precipitação pluviométrica e valores médios de temperatura máxima e mínima foram as variáveis analisadas. A diferença entre os indicadores foi calculada pelo teste de Mann-Whitney, o Risco Relativo (RR) pela Regressão de Poisson e a efetividade da intervenção pelo Risco Atribuível Percentual. **Resultados:** Comparou-se os municípios de Macapá/Ap (caso) com Rio Branco/Ac (comparação), onde a intervenção ocorreu antes da instalação da epidemia e Caruaru/Pe (caso) com Mossoró/RN (comparação), intervenção na presença de circulação viral. Os primeiros casos de dengue em Macapá ocorreram em janeiro/1999, com elevação dos registros a seguir, que voltou a decrescer, delineando curva semelhante ao comportamento do IP. Em Rio Branco, o IP manteve-se inferior a 1% até outubro/1999, quando passou a se elevar, surgindo os primeiros casos da doença. A dengue em Caruaru ocorreu desde janeiro/1997 e permaneceu em todos os anos, havendo uma diminuição de 13% na incidência após a intervenção, enquanto o IP apresentou uma redução de 28%. Já em Mossoró, havia registro de dengue antes do início da intervenção seguindo com aumento constante de casos ao longo dos anos. **Conclusões:** As ações do PEAa não se mostraram efetivas para o controle do dengue. A reduzida diferença de risco encontrada em um único município (Rio Branco) parece ter sido decorrente não só do bom desenvolvimento do programa neste local, como também à oportunidade da intervenção. Assim, os achados sugerem que o controle da doença só se torna efetiva, quando as ações são implantadas na sua totalidade e antes da circulação viral.

Palavras Chave: Dengue; Avaliação de Efetividade; Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* ajustado (PEAa).

Abstract

Introduction: Ever since the reemergence of dengue fever in the eighties, Brazil has been investing resources in programs aimed at combatting this disease; nevertheless, circulation of the virus continues to increase at a rapid rate. **Objective:** To evaluate the effectiveness of the Program for the Eradication of *Aedes aegypti* (PEAa) on the incidence rate of cases of dengue fever. **Methodology:** An evaluation “ex-post-facto” study was carried out between January 1996 and December 2002 in four municipalities chosen on the basis of epidemiological, climatic and demographic criteria. Municipalities with similar characteristics but differing with respect to the way in which intervention was implemented were compared. The number of cases of dengue, the incidence rate, *Aedes aegypti* house index (HI), rainfall and mean values of maximum and minimum temperature were the variables analyzed. The difference between the indicators was calculated using the Mann-Whitney test, the relative risk (RR) using Poisson regression and the efficacy of intervention using attributable risk percent. **Results:** The municipality of Macapá in the state of Amapá (case) was compared with the municipality of Rio Branco in the state of Acre (comparison), where intervention occurred before the epidemic became installed, and the municipality of Caruaru in the state of Pernambuco (case) was compared with the municipality of Mossoró in the state of Rio Grande do Norte (comparison) where intervention was carried out when the virus was already in circulation. The first cases of dengue in Macapá occurred in January 1999 followed by an increase in the number of registered cases, which later decreased and followed a curve similar to that of the HI. In Rio Branco, the HI remained below 1% until October 1999 when it began to rise, suggesting the first cases of the disease. Dengue fever occurred in Caruaru in January 1997 and persisted throughout the entire duration the study, undergoing a decrease in incidence of 13% following intervention, whereas the HI underwent a reduction of 28%. In Mossoró, cases of dengue fever were registered prior to the initiation of intervention and were followed by a constant increase in the number of cases over time. **Conclusions:** The actions of the PEAa were shown to be ineffective in controlling dengue fever. The reduction in risk found in only one municipality (Rio Branco) seems to have been the result not only of the efficient implementation of the program in this region but also of the timeliness of the intervention. In conclusion, these findings suggest that the control of the disease is only effective when actions are implemented prior to and throughout the entire period of viral circulation.

Key words: dengue; evaluation of efficacy; adjusted program for the eradication of *Aedes aegypti* (PEAa).

1. Introdução

A re-emergência do dengue, em vários países do mundo, tem sido acompanhada de novas e importantes características, no que diz respeito à magnitude de sua ocorrência, frequência das epidemias e gravidade das manifestações clínicas, colocando esta doença em um patamar da maior relevância para a saúde da população humana.

Estimativas feitas pela Organização Mundial de Saúde indicam que em todo mundo mais de dois bilhões e meio de pessoas, ou seja, 40% da população vivem sob risco da infecção pelo vírus do dengue, a cada ano cerca de 50 milhões de pessoas são infectadas, e ocorrem aproximadamente 500 mil casos da Febre Hemorrágica do Dengue (FHD) e Síndrome do Choque do Dengue (SCD) e 12 mil óbitos devidos a esta causa¹.

No Brasil, esta virose re-emergiu nos anos oitenta do século XX, após mais de cinco décadas livres da mesma, e, desde então, epidemias de grande magnitude vêm acontecendo. A expansão territorial de seu principal vetor urbano, o *Aedes aegypti* tem sido acompanhada de conseqüente disseminação da circulação viral de modo que, de 1981 a 2005, já haviam sido notificados mais de 3,5 milhões de casos de Dengue Clássico². Todas as regiões geográficas foram atingidas e somente dois estados situados na região Sul não têm registro de casos autóctones.

Desde o início do século passado, este país desenvolve atividades de combate ao *Aedes aegypti* visando ao controle da febre amarela e, no período de 1955 até a década de setenta, manteve seu território livre deste vetor, com curtos períodos de reinfestação³. Infelizmente, desde a reemergência do dengue as diferentes estratégias programáticas de combate vetorial não têm conseguido o controle desta doença, embora venham demandando alocação

de recursos orçamentários e financeiros governamentais de grande monta ao longo de todos estes anos⁴.

Uma destas estratégias, denominada “Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* ajustado (PEAa)⁵ iniciada em 1997, repassou recursos para todos os municípios brasileiros com notificações de casos de dengue ou que se encontravam sob risco de sua ocorrência. Entretanto, persistiu a expansão da circulação viral e observou-se a introdução de outros sorotipos do vírus e elevação na incidência de casos graves da doença⁶.

Estes fatos têm recebido diversas explicações que vão desde a ineficiência das gestões municipais do programa e da insuficiência dos recursos para o desenvolvimento da totalidade das atividades preconizadas, até aquelas que enfatizam a insuficiência das técnicas de combate vetorial⁷. Sabe-se, que se tratando de intervenções populacionais complexas, como a de combate ao dengue, inúmeros fatores podem influenciar nos seus resultados. Entende-se que, em função da relevância deste problema, da escassez de recursos para a saúde em nosso país e de vultosos recursos envolvidos, estas intervenções devem ser submetidas a avaliações que ultrapassem as simples interpretações do senso comum⁸. Assim, torna-se essencial a realização de pesquisas avaliativas que reúnam evidências sobre o real impacto e identifiquem possíveis fragilidades de cada programa com vistas ao aprimoramento ou mesmo substituição das estratégias adotadas⁶.

Nesta perspectiva, o presente estudo teve como objetivo avaliar a efetividade das intervenções do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* ajustado do Brasil (PEAa).

2. Metodologia

Foi realizado um estudo de avaliação “ex-post-facto” envolvendo municípios brasileiros a partir de janeiro de 1996, ano em que se passou a dispor de informações sobre casos de dengue para estes municípios, até dezembro de 2002. Para a seleção dos municípios, inicialmente, foram considerados todos aqueles que atendessem aos seguintes critérios: a) ter recebido recursos financeiros governamentais para combate à dengue entre 1997 e 2002; b) possuir população superior a 100.000 e inferior a 1.000.000 de habitantes no ano 2000, já que as cidades com população acima desta faixa já estavam sendo objeto de intervenção antes da implantação do (PEAa); c) dispor de dados mensais sobre precipitação pluviométrica e temperatura; d) possuir Serviço de Hemoterapia com coleta de sangue. Este último critério foi adotado em razão de esta amostra de municípios também ter sido utilizada para um estudo sobre soroprevalência de IgG contra o vírus do dengue em candidatos à doação de sangue. Foram excluídos os municípios de São Paulo (região sudeste) porque este estado, diferentemente dos demais, adotava o critério laboratorial para confirmação de casos de dengue.

A seguir, os municípios foram classificados segundo estrato de risco para dengue, de acordo com os parâmetros definidos pela equipe técnica do PEAa no final do ano de 1996, quais sejam: estrato 1 - áreas com transmissão de dengue e maior risco de ocorrência de Febre Hemorrágica do Dengue (transmissão persistente e circulação de mais de um sorotipo do vírus do dengue); estrato 2 – área com transmissão de um único sorotipo; estrato 3 – áreas infestadas por *Aedes aegypti*, sem circulação viral, e; estrato 4 – áreas não infestadas (PEAa,1996). De cada região geográfica foram selecionados

municípios pertencentes ao mesmo estrato que apresentavam registro dos primeiros casos de dengue e receberam recursos financeiros governamentais na mesma época.

A relação destes municípios foi encaminhada aos dirigentes da Gerência Técnica Nacional de Dengue (GT/Dengue), solicitando-se que os classificassem como “Bom”, “Regular” e “Ruim”, a partir da discussão e percepção conjuntas acerca da qualidade do programa em cada município, bem como da análise objetiva dos dados contidos nos instrumentos de avaliação da implantação das atividades, consideradas pelo PEAa como essenciais ao controle da dengue, tais como infra-estrutura do programa, sistema de informação, vigilância epidemiológica, monitoramento viral, assistência ao doente, dentre outras. Este procedimento se fez necessário em função de que todos os municípios em 1997, sob risco e/ou já com ocorrência de dengue, foram objetos de intervenção e, portanto, não seria possível avaliar a efetividade do programa tomando como comparação municípios que não tivessem sido beneficiados com esta ação e que atendessem aos critérios definidos anteriormente.

Definiu-se como “caso” o município que, segundo a avaliação do GT/Dengue obteve o conceito “Bom”. Para cada “caso” foi selecionado um município “comparação” da mesma região e que obteve conceito “Ruim”. Assim, buscou-se formar conjuntos de municípios em que caso e respectiva comparação apresentassem características semelhantes no que diz respeito aos critérios para a seleção inicial e segundo estrato de risco para a doença, diferindo apenas quanto à classificação da implantação das atividades do programa de controle da dengue.

Considerou-se que as intervenções de combate ao dengue foram iniciadas 90 dias após a data de liberação dos recursos financeiros do governo federal, por ser este o tempo mínimo necessário definido para que o município estruturasse o programa, que preconizava as seguintes ações: levantamento de índices do *Aedes aegypti*, tratamento químico e físico das larvas deste vetor e atividades de informação e educação em saúde sobre formas de impedir ou reduzir a infestação domiciliar⁹. Vale salientar que estados e municípios só desenvolvem ações de combate ao *Aedes aegypti* quando recebem recursos do governo federal (exceção de São Paulo), por se tratar de atividades dispendiosas e que necessitam de aquisição de alguns insumos adquiridos por esta instância de governo.

Dados de população foram obtidos da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE, 2000). Informações sobre a data de liberação dos recursos financeiros foram fornecidas pela Sub-Secretaria de Planejamento e Orçamento do Ministério da Saúde (MS). Planilhas manuscritas do MS complementadas pelos registros das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde dos respectivos municípios do estudo foram as fontes de dados sobre data de início da circulação viral e do número de casos de dengue. Os Índices de Infestação Predial (IP) foram procedentes do sistema de informação de Febre Amarela e Dengue (FAD) da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) do MS. O Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) forneceu os dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura. Dos Laboratórios Centrais de cada Unidade Federada onde se situavam os municípios incluídos

neste estudo, foram obtidas informações sobre datas de isolamento e sorotipagem do vírus do dengue.

Número de casos notificados e incidência de dengue; médias do Índice de Infestação Predial (IP) municipal; precipitação pluviométrica em mm (pp); e valores médios de temperatura máxima (tmax) e mínima em °C (tmin) foram os indicadores eleitos para análise no presente estudo, visto que as intervenções voltadas para o controle desta doença são centradas na redução dos índices de infestação do *Aedes aegypti* e que este tem o ciclo evolutivo fortemente influenciado pelas condições climáticas.

A distribuição mensal dos valores das variáveis de interesse nos municípios “caso” e “comparação” foi representada graficamente, assinalando-se o mês de início da intervenção e de isolamento viral. Pela inspeção visual das curvas de tendência temporal foram observadas as flutuações dos indicadores analisados, ano a ano, e nos períodos “antes” e “após” a intervenção.

Empregou-se o teste paramétrico de Mann-Whitney para identificar possíveis diferenças na variação percentual das medianas dos indicadores “antes” e “após” a intervenção em cada município isoladamente, bem como entre os municípios “caso” e “comparação” entre si.

A efetividade da intervenção sobre o coeficiente de incidência de casos notificados de dengue nos municípios, “antes” e “após” a intervenção, foi avaliada a partir do Risco Atribuído Percentual ($RAP = 1 - RR$)X100. O Risco Relativo (RR) foi determinado pela modelagem de Regressão de Poisson, tendo sido as co-variáveis categorizadas por tercis, corrigindo-se as

estimativas dos erros padrão dos parâmetros através do Modelo Linear Generalizado Robusto (GML).

Para o município de Rio Branco, que dispunha dos dados necessários, avaliou-se a associação entre IP (exposição) e o número de casos de dengue (efeito) mediante análise de regressão linear simples categorizando-se o primeiro indicador em 4 níveis: menor que 1,0%=0 (referência); 1,0 a 1,99=1; 2,00 a 2,99%=2; e acima de 3,0%=3. Neste mesmo município, considerando-se o IP como variável resposta, avaliou-se sua variação “antes” e “após” a intervenção, a partir da regressão linear simples e múltipla, sendo incluídas nesta última apenas covariáveis ambientais categorizadas por tercís.

Os testes estatísticos foram realizados nos softwares Stata 8.2 e SPSS 11.0 for Windows, aceitando-se nível de significância de 0,05.

3. Resultados

Dos 4.862 municípios considerados elegíveis para o estudo, 3.291 (67,7%) receberam recursos financeiros governamentais para o controle de dengue, por se encontrarem em situação de risco segundo critérios da equipe técnica do PEAa. Destes, apenas 151 (4,6%) possuíam população entre 100.000 e 1.000.000 habitantes, dos quais 70 contavam com Serviço de Hemoterapia com coleta de sangue e 64 dispunham de dados meteorológicos distribuídos por mês. Dentre estes, foram selecionados os municípios de Macapá (Ap) e Caruaru (Pe) como “caso” 1 e 2, respectivamente, e Rio Branco (Ac) e Mossoró (RN) para “comparação” 1 e 2, respectivamente, por terem sido os únicos a atenderem aos demais procedimentos metodológicos referidos.

Observa-se que, nesses municípios a população variou entre 213.841 e 283.308 habitantes, no ano 2000, os Índices de Gini e de Desenvolvimento Humano Municipal foram semelhantes e as temperaturas medianas máximas e mínimas, variaram de 29,5 a 34,3 e 18,4 a 24,0°C, respectivamente (Tabela 1).

Nos dois municípios da região norte do país (Macapá e Rio Branco), a intervenção ocorreu antes da epidemia de dengue ter se instalado. Assim, em Macapá (município caso) não havia registro de casos antes da intervenção em agosto de 1998 e também não se dispunha de dados sobre os IP. As informações sobre este índice passaram a ser coletadas a partir daquele mês, contudo, apresentando solução de continuidade durante mais de dois anos. A partir de janeiro/2001, as medidas dos IP apresentavam valores em torno de 5% que, progressivamente, foram decrescendo até atingir menos de 1% em dezembro deste mesmo ano. No ano seguinte, voltaram a se elevar atingindo 6,0% em fevereiro e, a partir de abril de 2002 decresceram até o final do período do estudo, atingindo menos de 1%. Embora tenham sido registrados 44 casos de dengue neste município em 1999, a ocorrência da doença só se intensificou em janeiro de 2001, delineando uma curva semelhante a dos registros dos IP, com picos máximos em agosto de 2001 e março de 2002, respectivamente, 783 e 302 casos notificados e incidência de 250,7/100.000 habitantes e 93,6/100.000 habitantes, respectivamente. Este último corresponde ao mês subsequente ao maior valor do IP daquele ano (6,0%). Observa-se ainda, que os picos epidêmicos ocorreram após os primeiros isolamentos dos sorotipos DENV1 e DENV2, respectivamente, janeiro de 2001 e janeiro de 2002 (Figura 1). A incidência acumulada da doença no período do

estudo foi de 21,66/100.000 habitantes, correspondendo a um total de 4.881 casos acumulados.

O IP em Rio Branco (“comparação” de Macapá) apresentou valores inferiores a 1% até outubro de 1999, quando este indicador entomológico se elevou e atingiu níveis médios de 2,9%, sendo a diferença entre os valores medianos exibidos “antes” e “depois” da intervenção estatisticamente significativa ($U=5,602$; $p=0,000$). Quando o IP foi considerado como efeito, a análise de regressão linear simples mostrou um incremento de 104% no seu valor, após a intervenção. Ajustado pela pp, tmax e tmin, o valor do IP decresceu em 29%, porém, continuou elevado, exibindo uma variação correspondente a 76%. Em janeiro de 2000, passaram a surgir os primeiros casos de dengue em Rio Branco, quando também foram isolados dois sorotipos simultaneamente, DENV1 e DENV2. Um ano após, a epidemia atingiu o seu pico máximo com 1.492 notificações (Figura 1), correspondendo a uma incidência 575,0/100.000 habitantes. A incidência cumulativa da doença para todo o período analisado foi de 25,6/100.000 habitantes e 5.311 casos acumulados.

O Risco Relativo considerando a incidência cumulativa dos municípios “caso1” e “comparação 1” foi de 0.85 (0,81 – 0,88).

Em Caruaru, outro município “caso” analisado, a informação sobre o IP era descontínua, mas, com valores elevados, variando de 1,5% a 10,7% (mediana de 3,5%), e após a implantação do programa, em março de 1998, este indicador sofreu redução para menos de 1% em agosto. Cerca de um ano depois, verificou-se que o mesmo retornou aos níveis anteriores com pico máximo de 27,3% em janeiro de 2000. Contudo, não houve diferença

estatisticamente significativa entre os valores medianos observados entre os períodos anterior e posterior à intervenção. Epidemias desta doença ocorreram desde janeiro de 1997, quando foram isolados simultaneamente DENV1 e DENV2, e se mantiveram em todos os anos do estudo, sempre com picos entre os meses de março e maio (Figura 1). Após a intervenção, houve um decréscimo no número mediano de casos de dengue da ordem de 71,0%, estatisticamente significativa. Neste município, foi muito elevada a incidência acumulada de dengue no período de 1996 a 2002 (84,7/100.000 habitantes) correspondendo a 17.671 casos notificados. A modelagem de Poisson ajustada pelas variáveis climáticas e o IP, categorizadas por tercís, indicou um risco relativo (RR) para ocorrência de dengue no valor de 0,867 que corresponde a uma redução de aproximadamente 13% na incidência desta doença até o final do período estudado. O IP foi apontado, neste modelo, como a variável que causou maior impacto na ocorrência do dengue, produzindo redução próxima a 28 %.

Em Mossoró, município tomado para “comparação” com Caruaru, não foi possível observar o comportamento do IP antes da intervenção pela inexistência de dados. Estes só se tornaram disponíveis a partir de março de 2000, quando passaram a ocorrer com valores medianos em torno de 11,0%. Já os casos de dengue vinham sendo notificados desde o início do estudo, quando se isolou os DENV1, sendo os registros mais elevados nos meses de abril e maio de cada ano (Figura 1). Houve um aumento de cerca de 328,0% no número mediano de casos na comparação “antes” e “depois” da intervenção e esta diferença foi estatisticamente significativa ($U= 2,34$; $p=0,019$). A incidência

cumulativa de dengue neste município foi de 11,05/100.000habitantes correspondendo a 1967 casos notificados.

O Risco Relativo, considerando-se a incidência acumulada dos municípios “caso 2” e “comparação 2”, foi de 7,66 (7,31 – 8,03).

4. Discussão

A elevação dos Índices de Infestação Predial do *Aedes aegypti* (IP) e a sua manutenção em níveis superiores a 1% observado nos municípios analisados no presente estudo em vários momentos em que as ações do PEAA estavam sendo desenvolvidas são, sem dúvida, claro indicativo de que estas ações não foram efetivas para o controle do dengue. Esta afirmação encontra-se fundamentada na experiência de alguns autores^{10,11,12} que apontam o valor de IP como limite mínimo de infestação pelo *Aedes aegypti* capaz de reduzir a circulação viral.

Outra evidência da baixa efetividade deste programa foi a ocorrência de epidemias de magnitude considerável, logo após os primeiros isolamentos do vírus do dengue, mesmo nos municípios onde não havia registro de ocorrência desta doença antes do início da intervenção. Vale ressaltar, no entanto, que neste conjunto de municípios houve uma diferença na incidência acumulada de dengue entre o município “caso”, que recebeu uma avaliação positiva quanto à implantação do PEAA, e a daquele tomada como “comparação” para o qual, esta avaliação foi negativa. Entretanto, tal diferença resultou um efeito protetor de apenas 15,3% em um período de seis anos, a favor do município “caso”.

Diferentemente, no conjunto de municípios onde a intervenção foi iniciada quando já havia circulação viral, ao que parece, o combate vetorial não

promoveu qualquer benefício na prevenção da doença. Ao contrário, o município “caso” apresentou incidência cumulativa muito maior que o município “comparação”. Embora este último achado deva ser interpretado com cautela, visto ser oriundo de um estudo baseado em dados secundários cuja qualidade é influenciada por vários fatores e, no caso em questão, principalmente pelo nível de desenvolvimento da vigilância epidemiológica de cada município que determina o grau de subnotificação da doença. Além disso, tem que se considerar que os elevados patamares e a grande variabilidade dos IP registrados evidenciam a baixa efetividade das ações na redução da população de vetores. Assim, fica corroborada a hipótese da baixa efetividade das ações do PEAa, embora não se descarte a possibilidade de que a referida diferença observada entre os dois conjuntos de municípios não seja tão ampla, desde quando um dos critérios utilizados para classificação de “casos” foi a eficiência da vigilância epidemiológica do município. Assim, é possível que a maior incidência de casos notificados em Caruaru tenha sido decorrente de eficiências do sistema local de vigilância epidemiológica, que não foi objeto de análise neste estudo.

Salienta-se aqui, que avaliações de efetividade utilizando-se apenas dados de notificação não são suficientes para chegar a conclusões mais definitivas. Esta consideração é importante, principalmente, se tratando do dengue visto que casos inaparentes e/ou subclínicos podem influenciar as estimativas das medidas de impacto. Entende-se que inquéritos sorológicos prospectivos, ou mesmo que comparem diferenças de soroprevalências entre áreas são mais apropriados.

A velocidade/intensidade de transmissão com que o vírus do dengue tem se apresentado nos centros urbanos¹¹ e o tempo necessário para que a intervenção alcance impacto suficiente sobre a densidade de vetores alados a níveis capazes de reduzir esta transmissão podem explicar esta baixa efetividade do PEAa mesmo em locais onde a implementação do programa foi considerada adequada. Este insucesso também vem sendo observado em outros países que desenvolvem programas de combate vetorial com tecnologia e estratégia semelhantes ao do Brasil¹². Cada ciclo de combate vetorial tem duração de pelo menos 60 dias e, em geral, fazem-se necessários vários ciclos técnico e operacionalmente bem conduzidos, para que haja a possibilidade de se obter redução na população do vetor a níveis capazes de influenciar na circulação do vírus do dengue¹³. As dificuldades para se atingir níveis de infestação incompatíveis com a ocorrência da doença são particularmente observadas nas áreas onde as condições climáticas são favoráveis à reprodução do *Aedes aegypti*, como nos municípios considerados neste estudo.

Acrescenta-se a estas dificuldades, características do ciclo epidemiológico do dengue como o intenso e relativamente longo tempo da difusão da circulação viral resultante da elevada e prolongada viremia (até sete dias) nos indivíduos acometidos pela infecção¹⁴. Exemplo concreto desta elevada transmissibilidade pode ser demonstrado no estudo da primeira epidemia de dengue ocorrida em um centro urbano brasileiro com mais de 2 milhões de habitantes, quando revelou que esta doença de transmissão vetorial, em apenas um ano, atingiu 70% do território da cidade, e que seu padrão de difusão, por expansão, era comparável ao de doenças da mais

elevada contagiosidade pessoa a pessoa¹⁷. Esta característica aliada à expressiva competência vetorial do *Aedes aegypti*¹⁸ não só favorecem a explosão de epidemias como o estabelecimento de hiperendemicidade, mesmo na vigência de ações de combate vetorial bem estruturadas.

A força sem paralelo, da reemergência desta doença que já atinge cerca de 100 países do mundo¹⁹ é resultante das profundas transformações demográficas que, principalmente, nos grandes centros dos países em desenvolvimento não são acompanhados de um planejamento adequado, ao lado das alterações sociais e econômicas do mundo moderno, que propiciam o intenso fluxo de pessoas entre países somadas àquelas características do ciclo epidemiológico do dengue. Como as perspectivas de se dispor de vacina contra estas infecções encontram-se em um horizonte longínquo²⁰, impõe-se que se avance no conhecimento técnico-científico voltado para o único elo vulnerável deste ciclo que é o mosquito transmissor, com vistas a se imprimir maior efetividade aos programas de combate vetorial.

5. Referências Bibliográficas

1. World Health Organization. Dengue prevention and control. *Wkly Epidemiol Rec* 2002; 76:217-8.
2. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde [dados na Internet]. Brasília: SVS [acessado em 10 fev. 2006]. Disponível em URL: <http://www.saude.gov.br/svs>
3. Tauil P. Aspectos críticos do controle do dengue no Brasil. *Cad Saúde Pública*, 2002; 18(3):867-871.
4. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira, LDA e Vasconcelos PFC. Avaliação de impacto de ações de combate ao *Aedes aegypti* na cidade de Salvador, Bahia. *Rev Bras Epidemiol*, 2002; 5(1):108-115.
5. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Programa Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti* do Brasil ajustado (PEAa) . Brasília (DF); 1997.
6. Siqueira JB, Marteli CMT, Coelho GE, Simplicio ACR, Hatch DL. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever, Brazil, 1981 – 2002. *Emerg Infect Dis* 2005;11(1):48-53.
7. Teixeira MG, Costa MCN, Barreto ML, Barreto F. Epidemiologia do dengue em Salvador- Bahia, 1995-1999. *Rev Soc Bra Med Trop*, 2001; 34(3): 269-74.
8. Vieira da Silva, LM. Conceitos, abordagens e estratégias para a avaliação em saúde. In: VIEIRA-DA-SILVA, Ligia Maria; HARTZ, Zulmira Maria de Araújo. (Org.). Avaliação em saúde: dos modelos teóricos à prática na avaliação de programas e sistemas de saúde. 1ª ed. Rio de Janeiro; Salvador, 2005; 15-39.
9. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD). Brasília (DF);2002.
10. Newton EA, Reiter P. A modelo of transmisssion of dengue fever with and evaluation of the impact f ultra-low volume (ULV) inseticide applications on dengue epidemics. *Am J Trop Med Hyg*, 1992; 47:709-720.
11. Reiter P. Dengue control in Singapore. In Goh KT, editor. *Dengue in Singapore*. Singapore: Institute of Environmental Epidemiology, Ministry of the environment; 1998. p.213-42.
12. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira, LDA, Vasconcelos PFC , Caincross S. Dynamics of dengue vírus circulation: a silent epidemic in a complex urban área. *Trop Med & Int Health* 2002: 7:757-62.

13. Gubler DJ. Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 1998; 11(3): 480-496.
14. Reiter P & Gubler D J. Surveillance and control of urban dengue vectors. In:Gubler DJ & Kuno G, *Dengue and dengue hemorrhagic fever*. New York: CAB International; 1997, p.425-462.
15. Gubler JD. Epidemia Dengue/Dengue Haemorrhagic Fever: A Global Public Health Problem in the 21st Century. WHO, *Dengue Bulletin* in vol.21, dec-1997.
16. Figueiredo LTM, Fonseca BAL. Dengue. In: Veronesi R, Focaccia R. *Tratado de Infectologia*. São Paulo: Atheneu; 2002. 204-17.
17. Barreto FR, Teixeira MG, Costa MCN, Barreto ML. Padrão de difusão da primeira epidemia de dengue em Salvador, Bahia. Tese[Tese de doutorado]. Salvador: Instituto de Saúde Coletiva da UFBA; 2004.
18. Kuno G. Review of factors modulating Dengue transmission. *Epidemiologic Reviews*, 1995, 17(2): 321-35.
19. Guha-Sapir D, Schimmer B. Dengue Fever: new paradigms for a changing epidemiology. *Emerg Themes Epidemiol*, 2005, 2(1): 1.10p.
20. Chang GJ, Kuno G, Purdy DE, Davis BS. Recent Advancement in flavivirus vaccine development. *Expert Rev. Vaccines*, 2004; 3(2): 199-220.

Tabela 1 - Informações demográficas, sociais, ambientais e sobre dengue referentes aos municípios selecionados para avaliação da efetividade das ações do Programa de Erradicação ao *Aedes aegypti*. Brasil, 1996-2002

Município				
Especificação da informação	Macapá	Rio Branco	Caruaru	Mossoró
Classificação	Caso 1	Comparação 1	Caso 2	Comparação 2
Região	Norte	Norte	Nordeste	Nordeste
População/2000	283.308	253.059	253.634	213.841
Índice de Gini	0,62	0,62	0,59	0,58
IDH-M	0,772	0,754	0,735	0,713
Mês de Introdução da dengue	Jan/1999	Jan/1999	Jan/1997	Jan/1997
Estrato de Risco dengue/PEAa*	3	3	1	1
Início da Intervenção	Agosto/1998	Julho//1998	Março/1998	Março/1998
Unidade Climática	Equatorial	Equatorial	Tropical Zona Equatorial	Tropical Zona Equatorial
Precipitação pluviométrica (mm)				
Mediana	210,9	159,1	27,6	18,5
Variação	0 – 744,2	0 - 475,2	0 – 185,3	0 – 349,0
Temperatura máxima (°C)				
Mediana	31,8	31,0	29,5	34,3
Variação	26,3 – 33,9	29,3 – 34,1	24,5 – 33,8	31,1 – 36,4
Temperatura mínima (°C)				
Mediana	24,0	21,9	18,4	23,1
Variação	21,3 – 25,0	16,7 – 24,0	15,3 – 21,0	20,6 – 25,1
Incidência Dengue/100.000	275,5	546,0	155,2	1142,0

Fonte: IBGE - Censos Demográficos de 2000; Atlas de Desenvolvimento Humano/PNUD; INME/MAPA; GT/FAD/MS; SES do Acre, Amapá, Pernambuco e Rio Grande do Norte; Sub-Secretaria de Planejamento e Orçamento/MS.

* Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* ajustado

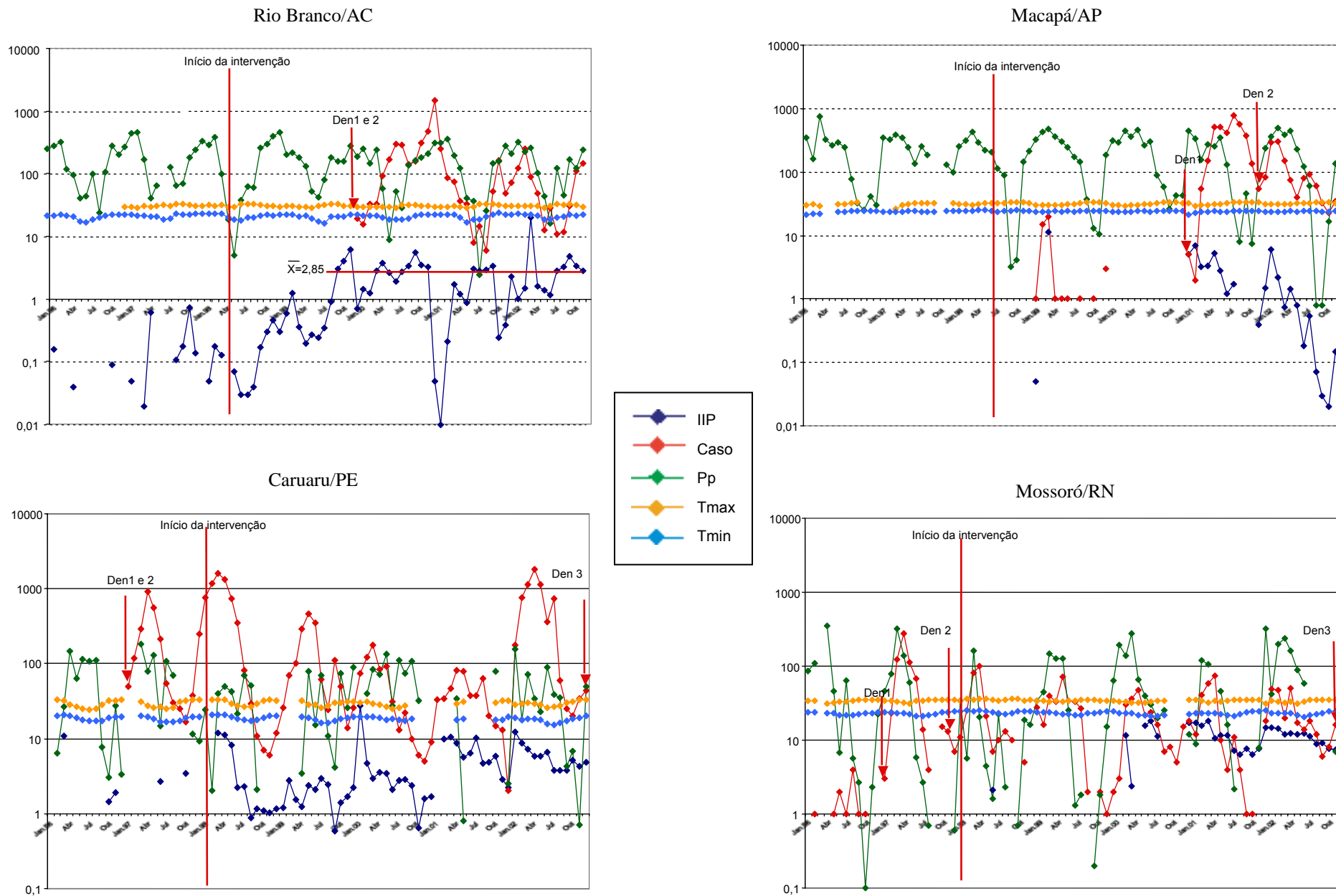
1 - áreas com transmissão de dengue e maior risco de ocorrência de Febre Hemorrágica do dengue; estrato 3 – áreas infestadas por *Aedes aegypti* sem circulação viral.

Tabela 2 – Valores medianos da taxa de incidência de dengue e do Índice de Infestação Predial pelo *Aedes aegypti* em municípios selecionados para avaliação da efetividade das ações do Programa de Erradicação ao *Aedes aegypti* referentes aos períodos anterior e posterior a implantação deste programa. Brasil, 1996-2002.

Indicador Município	Taxa Incidência de Dengue (100.000hab)		Índice Infestação Predial	
	Antes da intervenção	Após a intervenção	Antes da intervenção	Após a intervenção
Macapá (Caso 1)	0,0	0,52	0,0	0,77
Rio Branco (Comparação1)	0,0	11,10	0,05	1,44
Caruaru (Caso 2)	36,08	18,74	2,65	2,91
Mossoró (Comparação 2)	1,68	7,12	.	11,70

Fonte: GT/FAD/MS; SES do Acre, Amapá, Pernambuco e Rio Grande do Norte.

FIGURA 1 - Casos notificados de dengue, índice de infestação predial pelo *Aedes aegypti* (IIP), precipitação pluviométrica (Pp), temperatura máxima (Tmax) e temperatura mínima (Tmin) segundo mês de ocorrência. Brasil, 1996-2002



ARTIGO III

**Avaliação da efetividade do programa de combate ao
Aedes aegypti sobre a circulação do vírus do dengue**

Resumo

Introdução: Desde o final do século passado, que o Brasil vem sofrendo sucessivas epidemias de dengue e investido em medidas de intervenção para controle desta doença, e, principalmente para evitar o surgimento de formas graves. Contudo, não se tem obtido resultados satisfatórios, razão pela qual impõe-se a realização de estudos que mensurem o impacto destas intervenções. **Objetivo:** avaliar a efetividade do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* ajustado (PEAa) na intensidade da circulação do vírus do dengue. **Metodologia:** inquérito sorológico da infecção pelo vírus do dengue com candidatos à doação de sangue de residentes em dois conjuntos de dois municípios brasileiros selecionados a partir de critérios demográficos, recebimento de recursos financeiros governamentais do PEAa e disponibilidade de Serviço de Hemoterapia. Os dois municípios de cada conjunto diferiam quanto à operacionalização adequada “caso” e inadequada “comparação” da intervenção. Realizou-se coleta de sangue para testes sorológicos para o vírus do dengue pela técnica ELISA (IgG) no laboratório de referência. A medida de efeito foi a soroprevalência média e o impacto da intervenção foi avaliado a partir do cálculo da Fração Prevenível Percentual (FPP). **Resultados:** A população do estudo foi de 728 indivíduos, correspondendo a 182 candidatos à doação para cada município. As menores soroprevalências médias foram observadas nos municípios de Macapá (48,4%) e Rio Branco (69,2%), diferença estatisticamente significativa, e as mais altas em Caruaru (94,5%) e Mossoró (97,8%). Para o primeiro conjunto de municípios a Fração Prevenível foi de 43,0% e neste último o valor foi de 3,5%. **Conclusões:** As elevadas soroprevalências observadas nos municípios avaliados (pelo menos de 48%), em dois deles acima de 90%, indicam que as ações do PEAa não estão impedindo a ocorrência de circulação do vírus, o que eleva o risco de ocorrência de Febre Hemorrágica do Dengue. O impacto observado no município de Macapá possivelmente se deveu não só ao bom desenvolvimento das ações do PEAa, como também por estas terem sido iniciadas antes da introdução do vírus do dengue. Ademais, já que na expressiva maioria dos municípios brasileiros este vírus já se encontra circulando recomenda-se o desenvolvimento de novos métodos de eliminação do *Aedes aegypti*, na perspectiva de elevar a efetividade na vigência de situação epidemiológica desfavorável.

Palavras Chave: Dengue; Avaliação de efetividade, inquérito de soroprevalência; Combate ao *Aedes aegypti*.

Abstract

Introduction: Since the end of the last century, Brazil has suffered successive epidemics of dengue fever and has invested in intervention measures to control this disease and, principally, to avoid the emergence of more severe forms. However, results have been unsatisfactory and for this reason studies are being carried out to measure the impact of these interventions. **Objective:** To evaluate the effect of the Adjusted Program for the Eradication of *Aedes aegypti* (PEAa) in the intensity of circulation of the dengue virus. **Methodology:** A serological survey of the dengue virus in candidate blood donors in two paired sets of Brazilian municipalities selected on the basis of demographic criteria, the receipt of government funding through the PEAa program, and the availability of a hemotherapy service. The two municipalities in each set differed with respect to the appropriate (case) or inappropriate (comparison) management of the intervention. Blood sampling for the serological diagnosis of the dengue virus was carried out in a reference laboratory using IgG detected by the ELISA technique. Efficacy was measured by the mean seroprevalence and the impact of intervention was evaluated by calculating the preventable fraction (PF). **Results:** The study population consisted of 728 individuals, corresponding to 182 candidate blood donors in each municipality. The lowest mean seroprevalence was observed in the municipalities of Macapá (48.4%) and Rio Branco (69.2%) and this difference was statistically significant. The highest mean seroprevalence was recorded in Caruaru (94.5%) and in Mossoró (97.8%). The preventable fraction in the first set of municipalities was 43.0% and in the latter this value was 3.5%. **Conclusions:** The high seroprevalence rates found in the municipalities evaluated (at least 48%, two municipalities having rates >90%) indicate that the actions carried out by PEAa have failed to prevent the occurrence of virus circulation, thus increasing the risk of the Hemorrhagic Dengue Fever. The impact observed in the municipality of Macapá may be due not only to appropriate implementation of the actions carried out by PEAa but also because these actions were initiated prior to introduction of the dengue virus. Moreover, since this virus continues to circulate in the vast majority of Brazilian municipalities, new methods of eliminating *Aedes aegypti* should be developed with a view to increasing the efficacy of actions undertaken within this unfavorable epidemiological situation.

Key words: dengue; evaluation of efficacy; seroprevalence survey; combat of *Aedes aegypti*.

1. Introdução

Intervenções voltadas para o combate a vetores que transmitem agentes patógenos ao homem vêm sendo desenvolvidas no Brasil desde o início do século XX. Várias destas iniciativas, a exemplo do programa de erradicação do mosquito *Aedes aegypti* na década de cinquenta, obtiveram sucesso¹. Contudo, após a reintrodução deste vetor, nos anos setenta, e a posterior reemergência das infecções causadas pelo vírus do dengue, tem-se enfrentado muitas dificuldades para a eliminação do referido mosquito transmissor².

Esta situação propiciou o fato de que as infecções produzidas pelo vírus do dengue desde os anos oitenta passassem a se constituir em um importante problema de saúde, tendo em vista a ocorrência de várias epidemias causadas por diferentes sorotipos deste agente. De 1994 a 1998, a incidência de casos notificados de dengue apresentou crescimento exponencial seguido de uma redução que se manteve até 2000. Contudo, no ano seguinte o quadro epidemiológico voltou a se agravar, fato que colocou este problema na pauta de prioridades da comunidade científica e dos dirigentes de saúde do país³. Como uma das hipóteses levantadas acerca dos fatores que poderiam estar determinando este quadro era a ineficiência das ações de combate ao *Aedes aegypti*, houve interesse dos responsáveis por estas intervenções de promover avaliações a cerca da sua real efetividade.

Sabe-se que avaliação de intervenções sanitárias envolve uma série de dificuldades. Inadequação ou insuficiência da coleta, armazenagem e processamento dos dados gerados nos serviços de saúde, descontinuidades na implementação das ações, além de problemas conceituais e metodológicos

próprios do campo de avaliação e da complexidade dos objetos de intervenção na área de saúde são alguns dos obstáculos a serem enfrentados⁴.

Conseqüentemente, a análise dos dados disponíveis nem sempre é suficiente para retratar a realidade acerca do problema investigado, de modo que a utilização de diferentes estratégias de avaliação para uma mesma situação específica tem sido sugerida como uma das possíveis formas capazes de minimizar os entraves existentes e evidenciar os resultados de cada intervenção⁵.

No caso específico do dengue, doença cujo agente etiológico é de alta infectividade, mas de variável patogenicidade, a redução do número de casos notificados não é suficiente para indicar a efetividade do combate vetorial, pois são numerosos os casos que ocorrem nas formas sub-clínicas e inaparentes⁶. Todavia, considerando-se que infecções seqüenciais causadas por diferentes sorotipos do vírus do dengue podem levar ao agravamento das formas clínicas⁷ torna-se necessário tentar impedir, com a intervenção, a transmissão dos sorotipos já circulantes e a introdução de novos, em cada espaço geográfico.

Em muitas circunstâncias, são mantidas as condições de circulação do vírus do dengue mesmo que haja redução da população de vetores^{8,9}, e que, o aparente impacto epidemiológico expresso pela redução nas notificações de casos pode estar, em grande parte, relacionado com a redução do estoque de susceptível¹⁰.

Uma melhor aproximação da real efetividade do programa de combate ao vetor da dengue poderia ser alcançada a partir da realização de estudos prospectivos, mediante inquéritos sorológicos seriados que permitem mensurar a incidência de infecções. Entretanto, quando se trata de avaliação de

programas de saúde pública, problemas operacionais, o longo tempo necessário para obter os resultados e os elevados custos impedem que esta estratégia seja adotada. Para solucionar as dificuldades relativas ao longo tempo demandado pelas avaliações prospectivas, pode-se utilizar resultados de inquéritos de soroprevalência de anticorpos contra dengue (IgG) como “*proxy*” de incidência acumulada. Considerando-se que alguns estudos apontam para a aproximação entre os dados de soroprevalência de marcadores sorológicos rotineiramente detectados nos bancos de sangue e aqueles encontrados na população geral^{11,12,13}, a utilização de bancos de sangue para obtenção do material biológico necessário pode ajudar a resolver a questão do elevado custo dos inquéritos.

Reconhece-se que candidatos a doadores de sangue representam amostra da população bastante selecionada por ser constituída, basicamente, de indivíduos adultos do sexo masculino. No entanto, a literatura específica tem mostrado que a freqüência de infecções pelo vírus do dengue tem sido maior em adultos do que em crianças e que não existe diferença significativa entre homens e mulheres¹⁴. Como de certa forma, o caráter voluntário da doação faz com que sejam incluídos entre os doadores indivíduos residentes nos diferentes espaços de cada cidade, pode-se assumir que os níveis de soroprevalência encontrados não são tão distantes daqueles que seriam encontrados na população geral.

Neste sentido, o objetivo deste estudo é avaliar a efetividade das ações do Programa de Combate ao *Aedes aegypti* na intensidade da circulação do vírus do dengue a partir de amostras de soros coletadas em Bancos de Sangue.

2. Metodologia

Realizou-se um inquérito de soroprevalência do vírus do dengue com candidatos à doação de sangue de residentes em municípios brasileiros selecionados a partir dos seguintes critérios: a) ter recebido recursos financeiros governamentais para combate à dengue entre 1997 e 2002; b) possuir população superior a 100.000 e inferior a 1.000.000 de habitantes no ano 2000, já que as cidades com população acima desta faixa já estavam sendo objeto de intervenção antes da implantação do Programa de Erradicação do *Aedes aegypti* ajustado (PEAa)¹⁵; c) possuir Serviço de Hemoterapia com coleta de sangue. Os municípios do estado de São Paulo (região sudeste) foram excluídos por terem adotado a confirmação laboratorial como critério de notificação de casos de dengue.

Os municípios pré-selecionados foram agrupados, segundo estratos de risco para dengue de acordo com os critérios adotados no final de 1996 pelo PEAa: estrato 1 - áreas com transmissão de dengue e maior risco de ocorrência de Febre Hemorrágica do Dengue (transmissão persistente e circulação de mais de um sorotipo do vírus do dengue); estrato 2 – área com transmissão de um único sorotipo; estrato 3 – áreas infestadas por *Aedes aegypti* sem circulação viral, e; estrato 4 – áreas não infestadas.

A relação destes municípios foi encaminhada aos dirigentes da Gerência Técnica Nacional de Dengue (GT/Dengue) solicitando-se que os classificassem como “Bom”, “Regular”, e “Ruim”, a partir da discussão e percepção conjuntas acerca da qualidade do programa em cada município, bem como da análise objetiva dos dados contidos nos instrumentos de avaliação da implantação das

atividades, consideradas pelo PEAa como essenciais para o controle da dengue, tais como infra-estrutura do programa, sistema de informação, vigilância epidemiológica, monitoramento viral, assistência ao doente, dentre outras. Este procedimento se fez necessário em função de que todos os municípios em 1997 sob risco e/ou já com ocorrência de dengue foram objetos de intervenção e, portanto, não seria possível avaliar a efetividade do programa tomando como comparação municípios que não tivessem sido beneficiados com esta ação e que atendessem aos critérios definidos anteriormente.

Os municípios classificados como “Bom” foram considerados “Caso”. Entretanto, só foi possível parer dois deles com outros dois classificados como “Ruim” tomados para “Comparação” já que estes também deveriam ter recebido recursos financeiros e registrado os primeiros casos de dengue em períodos semelhantes, além de pertencer ao mesmo estrato de risco e mesma região geográfica que os respectivos “casos”. Assim, ao final deste processo foram selecionados quatro municípios, sendo dois “casos” e dois “comparação”.

O número necessário de candidatos à doação de sangue que residiam nestes quatro municípios, dos quais se coletou uma amostra de sangue, foi de 182. Este valor foi definido utilizando-se o pacote estatístico Epi Info 6.0, admitindo-se nível de significância de 5% e poder de 80%. Com base em resultados de inquéritos sorológicos realizados em capitais brasileiras^{16,17,18} consideradas com maior receptividade à circulação viral (localizadas nas Unidades Climáticas/UC Equatorial, Tropical Nordeste Oriental, Tropical Zona Equatorial e parte da Tropical Brasil Central), considerou-se a soroprevalência média esperada da dengue de 50% para os municípios expostos (com

intervenção inadequada) e, assumiu-se como sendo de 30% a diferença estimada entre os municípios expostos e não expostos (municípios com intervenção adequada).

Planilhas manuscritas do Ministério da Saúde (MS) complementadas pelos registros das Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde dos respectivos municípios do estudo foram as fontes de dados sobre o número de casos de dengue. Informações sobre população e Unidade Climática foram obtidas da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE, 2000), e a data de liberação dos recursos financeiros foi fornecida pela Sub-Secretaria de Planejamento e Orçamento do Ministério da Saúde (MS). Para selecionar os indivíduos a serem incluídos no estudo.

A coleta de sangue foi realizada entre julho/2004 e setembro/2005, e apenas os candidatos a doadores residentes nos municípios selecionados para o estudo eram convidados para participar. O pesquisador permanecia no local de coleta de cada Hemocentro até completar o "n" da amostra. Os participantes preenchiam termo de consentimento informado e respondiam a um questionário estruturado para levantar informações biológicas, sócio-econômicas, antecedentes de ter sido acometido por dengue e vacinação contra febre amarela. Posteriormente, cerca de 5 ml de sangue da bolsa para doação era separado para a realização do Teste Sorológico para identificação de anticorpos contra o vírus do dengue. Nos indivíduos considerados inaptos para doação incluídos na amostra ou que estavam buscando resultados de exames, a coleta era realizada mediante punção venosa periférica. O sangue coletado era depositado em frasco estéril para centrifugação e posterior

separação do soro que era enviado ao Laboratório de Arboviroses do Instituto Evandro Chagas/Fiocruz em Belém/Pa para realização das provas sorológicas.

Os soros foram processados pela técnica Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) para detecção de anticorpos IgG contra o vírus do dengue. Níveis de anticorpos inferiores a 0,154 (densidade ótica em filtro de 405 nm) foram considerados como resposta negativa e valores iguais ou superiores a este foram definidos como resposta positiva. Por sua vez, as amostras que reagiram positivamente até a diluição menor que 1:10240 foram consideradas resposta primária (exposição a um único sorotipo do vírus do dengue) e aquelas que reagiram com títulos igual ou maior a este valor como resposta secundária, ou seja, exposição a mais de um sorotipo¹⁹.

Para cada município “caso” e “comparação” determinou-se a soroprevalência para o vírus da dengue entre os candidatos à doação de sangue que participaram do estudo, e aplicou-se o teste χ^2 , para identificar possíveis diferenças entre essas medidas. A soroprevalência de IgG (marcador biológico de infecção anterior) média da população, foi quantificada pela frequência acumulada de infecções ocorridas no período naquele território, e representa medida aproximada da intensidade de transmissão viral (muito próxima da incidência de infecções). Desta forma, poder-se-á atribuir às diferenças das soroprevalências entre municípios como um “*proxy*” do impacto do programa sob avaliação.

O impacto da intervenção sobre as infecções causadas pelo vírus do dengue (intensidade de circulação) foi avaliado a partir do cálculo da Fração Prevenível Percentual (FPP= $1 - RP$)X100.

Os testes estatísticos foram realizados nos softwares Epi Info v. 6.0 e Stata 8.2, aceitando-se nível de significância de 0,05.

Este estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê Ética em Pesquisa (CEP) do Centro de Pesquisa Gonçalo Moniz – FIOCRUZ/Ba (Processo nº 05/2001) e pelas Comissões de Ética em Pesquisa Científica dos Hemocentros dos Estados participantes.

3. Resultados

No Brasil, em 2000, existiam 4.862 municípios considerados elegíveis para o estudo, e destes os 3291 (67%), que notificaram casos de dengue ou se apresentavam sob situação de risco para esta doença, receberam recursos financeiros governamentais para o controle desta virose. Entretanto, apenas 151 (4,6%) possuíam população entre 100.000 e 1.000.000 habitantes, dos quais, 70 contavam com Serviço de Hemoterapia com coleta de sangue. Destes, foram selecionados os seguintes conjuntos de municípios “caso” e “comparação”: Macapá (Ap) e Rio Branco (Ac), na UC Equatorial; Caruaru (Pe) e Mossoró (RN) na Tropical Nordeste Oriental e Tropical Zona Equatorial. Tanto em Macapá como em Rio Branco, pertencentes ao estrato de risco 3, a introdução do vírus se deu após o início das atividades do PEAa. Em Caruaru e Mossoró, classificados no estrato de risco 1, o vírus já estava circulando quando a referida intervenção foi implantada (Tabela 1).

A população do estudo dos quatro municípios foi composta por 728 indivíduos, dos quais, 73,9% eram do sexo masculino, 55,6% estavam na faixa etária de 30 a 65 anos, 55,1% tinham escolaridade até o segundo grau completo e para 54,8% a renda familiar *per capita* era entre 1 e 4 salários

mínimos. A grande maioria (78,1%) referiu não ter tido dengue no passado e 52,0% informaram terem feito uso da vacinação contra febre amarela (Tabela 1). Os participantes dos municípios de Macapá (“caso”) e Rio Branco (“comparação”) apresentaram similaridade na distribuição etária, sexo, renda *per capita* e história de vacinação contra febre amarela, havendo diferença com significância estatística, apenas na escolaridade entre analfabetos/1º grau e educação superior. Entre os indivíduos dos municípios de Caruaru (“caso”) e Mossoró (“comparação”) houve diferença na distribuição da faixa etária e escolaridade (2º e 3º grau), história de dengue e vacinação contra Febre Amarela, estatisticamente significativa.

As menores soroprevalências médias (Figura 1) foram observadas nos municípios de Macapá (48,4%) e Rio Branco (69,2%) e as mais altas em Caruaru (94,5%) e Mossoró (97,8%). Só se verificou diferença estatisticamente significativa entre as soroprevalências dos municípios “caso” e “comparação” para Macapá e Rio Branco ($\chi^2=16,4$; $p=0,000$). Para este conjunto de municípios a Fração Prevenível foi de 43,0%. Com relação aos municípios de Caruaru e Mossoró a Fração Prevenível foi de 3,3% (Tabela 2). A frequência de infecções secundárias nestes dois municípios foi 50,6% e 48,9%, respectivamente, enquanto que em Rio Branco foi de 27,8% e Macapá em 15,9%.

4. Discussão

Os resultados deste estudo indicam que as ações do PEAA parecem não ter tido a efetividade desejada sobre a circulação do vírus do dengue. O

impacto de mais de 40%, decorrente das ações deste Programa observado em Macapá não pode ser imputado apenas ao bom desenvolvimento das suas atividades neste município, visto que em Caruaru, município também classificado como tendo apresentado um adequado desenvolvimento das atividades o valor desta medida foi de apenas 3,5%. Entretanto, é possível que o impacto observado em Macapá tenha sido decorrente tanto da operacionalização adequada da intervenção, como também por ter iniciado as atividades de combate vetorial antes do vírus do dengue ter sido introduzido neste município. Esta possibilidade tem fundamento, pois Rio Branco que possuía situação epidemiológica semelhante, ou seja, encontrava-se livre do vírus, apresentou incidência acumulada de infecções no mesmo período (quatro anos), bem mais elevada que em Macapá. Assim, é possível que a melhor qualidade da operacionalização da intervenção possa explicar a diferença da soroprevalência observada entre Macapá (caso) e Rio Branco (comparação), já que ambos exibiam situação epidemiológica igual.

A efetividade do PEAa sobre a incidência de casos notificados de dengue também observada no município de Macapá, em outro estudo de avaliação, no período de 1997 a 2002²⁰ fortalece esta hipótese. Não se pode ignorar que neste último estudo o impacto (medido pela diferença na incidência acumulada de 1997 a 2002), foi bem menor, em torno de 15%, do que o encontrado na presente investigação, podendo esta diferença ser resultante do tipo de dado utilizado, pois o mesmo analisou casos que inclui apenas os indivíduos com expressão clínica da doença e que procuraram atenção médica, em serviço de saúde que informa ao sistema oficial de vigilância epidemiológica.

Este estudo refere-se à incidência acumulada de infecções medidas por marcador biológico que se expressa nos testes realizados, independentemente dos indivíduos terem apresentado manifestações clínicas aparentes, subclínicas ou mesmo inaparentes durante o curso da infecção pelo vírus do dengue sendo, portanto, um melhor indicador da intensidade de circulação viral. Por ser uma doença que, sabidamente, produz muitas infecções desta natureza^{6,21}, em geral, a curva de incidência de casos notificados de dengue reflete apenas parte de sua magnitude. Diferentemente de outras doenças infecciosas, para o dengue é da maior importância que os estudos epidemiológicos considerem a intensidade de circulação viral em função do maior risco de ocorrência de formas graves^{7,22} devendo, portanto, ser este o conhecimento que deve ser mais considerado por aqueles que decidem sobre as estratégias de controle e os recursos que serão alocados para a assistência aos casos graves.

Assim, assumindo-se que a medida de soroprevalência é mais próxima da realidade quando se quer conhecer a intensidade de circulação viral e que foram controlados fatores importantes que influenciam na modulação da transmissão do vírus do dengue, tais como clima, altitude e densidade populacional²³, os resultados deste estudo sugerem que, para se obter alguma efetividade sobre a incidência de infecções, as ações de combate vetorial não só devem ser adequadamente desenvolvidas, como também iniciadas em momento adequado.

A importância deste fator foi também empiricamente demonstrada nos resultados da comparação do outro conjunto de municípios, onde não se encontrou diferença nos níveis de soroprevalência de dengue entre o

município que desenvolveu a contento as atividades programáticas do PEAa e aquele que não o fez. O resultado desta comparação associado aos elevados percentuais de infecções secundárias encontrados nestes dois municípios, próximos a 50%, indicam claramente que o esforço do sistema local e os recursos transferidos pelo Ministério da Saúde para o combate ao *Aedes aegypti* não redundaram em qualquer impacto sobre a circulação do vírus do dengue.

Por outro lado, faz-se também necessário destacar que as soroprevalências foram elevadas em todos os municípios avaliados, pelo menos acima de 47%, e em dois deles superiores a 90%, indicando que a despeito da política de intervenção que se desenvolveu no período, não se está logrando impedir o estabelecimento de situação imunológica de risco para ocorrência de Febre Hemorrágica do Dengue.

Deve-se considerar que intervenções destinadas a prevenir doenças sofrem limitações oriundas tanto do aporte de recursos locais e duração variável de exposição ao programa²⁴, como também da maior ou menor eficácia das tecnologias disponíveis. No caso específico do dengue, que não dispõe de outra medida de prevenção que não seja o combate vetorial, todas estas limitações ocorrem simultaneamente, interferindo sobremaneira na efetividade necessária para se obter redução significativa da circulação viral. Em razão disso, torna-se imprescindível estabelecer estratégias que viabilizem potencializar ao máximo os possíveis efeitos benéficos da intervenção.

Neste sentido, este estudo aponta para a necessidade de se atentar para algumas situações que podem otimizar os benefícios do combate vetorial. Mesmo considerando-se que a partir de agora poucas serão as oportunidades

para iniciar intervenções bem conduzidas antes do início da entrada dos sorotipos circulantes (DENV1, DENV2, DENV3) em amplas faixas territoriais do Brasil (cerca de 75% dos municípios)³, entende-se que, ainda que raras, estas oportunidades não devem ser desprezadas. Assim, de imediato as autoridades federais, estaduais e, principalmente, as locais, devem estar alertas para combater o *Aedes aegypti* nos territórios livres do vírus do dengue, porém infestados por este mosquito. Ademais, não se pode descuidar do fortalecimento da vigilância entomológica naqueles que permanecem livres do vetor, com vistas ao desencadeamento imediato de combate ao menor sinal de infestação.

Por outro lado, nos territórios que já se encontram com circulação viral os esforços devem ser dirigidos para que as intervenções sejam fortalecidas nos períodos interepidêmicos, principalmente, nos meses que antecedem o início do verão, devido à clara sazonalidade da doença em nosso meio²⁵.

Difícilmente se obterá efetividade na redução do risco de ocorrência do dengue caso as ações sejam desenvolvidas inadequadamente ou intensificadas já no curso de uma epidemia, o que impõe que o país estabeleça, em todas as esferas de governo, uma política de controle universal, contínua, sincrônica e oportuna, que considere a situação epidemiológica de cada área. Ademais, já que na expressiva maioria dos municípios brasileiros este vírus já se encontra circulando, recomenda-se o desenvolvimento de novos métodos de eliminação do *Aedes aegypti*, na perspectiva de elevar a efetividade na vigência de situação epidemiológica desfavorável.

5. Referências Bibliográficas

1. Organización Panamericana de la Salud (OPAS). Resolución CSP15.35, DO 27,41.Sep-Oct 1958.
2. Pinheiro FP. Los programas de erradicacion y de control del *Aedes aegypti* en las Americas. OPS/HCP/HCT/96.63, 1996.
3. Teixeira MG, Costa MCN, Barreto ML, Mota E. Dengue and dengue hemorrhagic fever epidemics in Brazil: What research is needed base don trend s, surveillance, and control experiences? *Cad Saúde Pública* 2005; 21(5): 1307-1315.
4. Vieira da Silva, LM. Conceitos, abordagens e estratégias para a avaliação em saúde. In: VIEIRA-DA-SILVA, Ligia Maria; HARTZ, Zulmira Maria de Araújo. (Org.). Avaliação em saúde: dos modelos teóricos à prática na avaliação de programas e sistemas de saúde. 1ª ed. Rio de Janeiro; Salvador, 2005; 15-39.5. Chen H. Theory-Driven Evaluations. Saga Publications, Newbury Park, 1990.
5. Kirkwood BR, Cousens SN, Victora CG, Zoysa I. Issues in the design and interpretation of studies to evaluate the impact of community-based interventions. *Trop Med Int Health*.1997;2(2):1022-29.
6. Cunha RV. Estudo soro-epidemiológico sobre dengue em escolares do Município de Niterói, Rio de Janeiro, 1991 [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz; 1993.
7. Halstead SB. Dengue haemorrhagic fever. A public health problem and a field for research. *Bulletin World Health Organization* 1980; 58 (1):1- 21.
8. Teixeira MG, Barreto ML, Costa MCN, Ferreira LDA, Vasconcelos PFC, Caincross S. Dynamics of dengue virus circulation: a silent epidemic in a complex urban area. *Trop Med Int Health* 2002; 7:757-62.
9. Reiter P. Dengue control in Singapore. In: Goh KT, editor. Singapore: Institute of Environmental Epidemiology, Ministry of the Environment; 1998. p.213-42.
10. Anderson RM, May RM. *Infections Disease of Humans Dynamics and Contol*. Oxford Science Publicans, England, 1991. 757p.
11. Andrade ALSS, Martelli CMT, Pinheiro ED, Santana CL, Borges FP, Ziecker F. Rastreamento sorológico para doenças infecciosas em banco de sangue como indicador de morbidade populacional. *Rev. Saúde Pública*. 1989; 23(1):20-5.
12. Glynn SA, Kleinman SH, Schreiber GB, Busch MP, Wright DJ, Smith JW, Nass CC, Williams AE. Trends in incidence and prevalence of major transfusion- transmissible viral infections in US blood donors, 1991 to 1996. *Journal of American Medical Association*, 2000; 284(2):229-235.
13. Dourado I, Cunha S, Teixeira MG, Farrington CP, Melo A, Lucene R, Barreto M, Outbreak of aseptic Meningites associated with Mass Vaccination with Urabe-containing Measles-Mumps-Rubela Vaccina. *Am J*.

of Epidemiol. 2000; 151(5):524-530.

14. Vasconcelos PFC, Lima JWO, Travassos da Rosa PA, Timbó MJ, Travassos da Rosa, ES, Lima HR, Rodrigues SG, Travassos da Rosa, JFS. Epidemia de dengue em Fortaleza, Ceará: inquérito soropidemiológico aleatório. Revista de Saúde Pública 1998; 32 (5):447-454.
15. Fundação Nacional de Saúde. Ministério da Saúde. Programa Diretor de Erradicação do *Aedes aegypti* do Brasil ajustado (PEAa) . Brasília (DF); 1997.
16. Teixeira MGLM. Dengue em espaços intra-urbanos: dinâmica de transmissão viral e efetividade das ações de combate vetorial. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Saúde Coletiva. 2000.
17. Figueiredo LTM, Owa MA, Carlucci RH, Oliveira L. Encuesta serológica sobre el dengue em Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana 1995; 118:499-509.
18. Proiett FA, Caiaffa WT, Costa MHF, Cunha MCM, DiLorenzo C, Kroon EG, Pessanha JEM, Bessa MAS. Dengue seroprevalence in Belo Horizonte City. Second International Conference on Urban Health in New York City. oct/2003. nº 03241 e p.10.
19. Chung E, Marche R, Plichart J, Bovin JP, Roux J. Comparison of immunoglobulin G enzyme-linked immnosorbent assay (IgG-ELISA) and hemagglutination anhibition (HI) test for the detection of dengue antibodies. Prevalence of dengue IgG-ELISA antibodies in Tahiti. Trans. Roy. Soc Trop Méd Hyg 1989; 83:708-11.
20. Dias JP. Avaliação da efetividade dos Programas de Controle do Dengue. Brasil, 1996/2002. [Tese de Doutorado a ser defendida]. Bahia: Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia. 2005.
21. George R, Lum LCS. Clinical spectrum of dengue infection. In Gubler DJ, Kuno G. Dengue and Dengue Hemorrhagic Fever. CAB Publishing. 1997;p.115-132.
22. Guzmán MG, Kouri G, Valdes L, Bravo J, Alvarez M, Vazques S, Delgado I, Halstead SB. Epidemiologic studies on Dengue in Santiago de Cuba, 1997. Am J Epidemiol; 2000; 152(9):793-9.
23. Kuno G. Review of factors modulating Dengue transmission. Epidemiologic Reviews, 1995, 17(2): 321-35
23. Mercier C. Evaluation des programmes d'intervencion en milieu naturel. The Canadian Journal of Program Evaluation. 1990;5(1) :1-16.
24. Silveira, AC. Dengue: aspectos epidemiológicos e de controle. Rev Soc Bras Med Trop. 1998;31(suppl2):5-14.

25. Teixeira MG, Travassos da Rosa A, Vasconcelos P, Barreto ML. Diferenças intraurbanas na circulação dos vírus do dengue em uma grande cidade – Salvador/Bahia, 1998. Rev Soc Bra Med Trop. 1999; 32(Supl.1)174.

Tabela 1 - Algumas características da população amostral do inquérito de soroprevalência para avaliação da efetividade das ações do Programa de Controle da Dengue na circulação viral em Macapá, Rio Branco, Caruaru e Mossoró. Brasil, 2004-2005

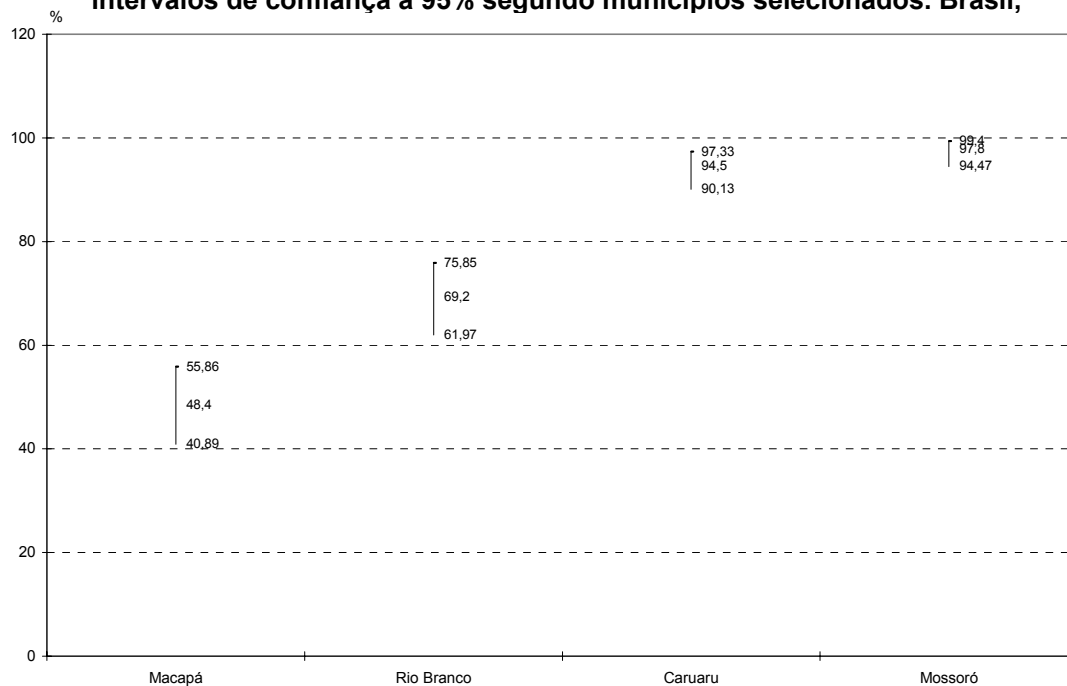
Variável	Macapá		Rio Branco		Caruaru		Mossoró	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Sexo								
Masculino	136	4,7	132	72,5	132	72,5	138	75,8
Feminino	46	25,3	50	27,5	50	27,5	44	24,2
Faixa etária								
18 - 29 anos	100	54,9	100	54,9	90	49,5	¹ 115	63,2
30 - 65 anos	82	45,1	82	45,1	92	50,5	¹ 67	36,8
Escolaridade								
Analfabeto/1º Grau	38	20,9	¹ 54	29,6	84	46,1	41	22,5
2º Grau	106	58,2	110	60,4	82	45,1	¹ 103	56,6
3º Grau	38	20,9	¹ 18	9,9	16	8,8	¹ 38	20,8
Renda familiar per capita (Salário Mínimo)								
<1	65	35,7	65	35,7	63	34,6	76	41,8
1- 4	97	53,3	101	55,5	104	57,1	97	53,3
5 e +	20	10,9	16	8,8	15	8,2	9	4,9
Relato de história de dengue								
Sim	20	11,0	24	13,6	80	44,4	¹ 42	23,3
Não	162	89,0	152	86,4	100	55,6	¹ 138	76,7
Relato de vacina contra Febre Amarela								
Sim	164	92,7	154	92,2	12	6,6	¹ 4	2,2
Não	13	7,3	13	7,8	169	93,4	¹ 178	97,8

(1) Diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Tabela 2 - Razão de Prevalência (RP), Diferença de Prevalência (DP), Teste Qui Quadrado de Tendência (χ^2) e Fração Prevenível (FP) entre os municípios “Caso” e sua “Comparação” para avaliação da efetividade das ações do Programa de Controle da Dengue na circulação viral. Brasil, 2004-2005

“Caso”/“Comparação”	RP	DP	χ^2	FP %
Macapá/Rio Branco	1,4	20,8	16,4 (p=0,000)	43,0
Caruaru/Mossoró	1,0	3,3	2,7 (p=0,102)	3,49

Figura 1. Prevalência média da infecção pelo vírus da dengue e seus respectivos intervalos de confiança a 95% segundo municípios selecionados. Brasil,



CONCLUSÕES

A evolução espacial e temporal exibida pelo dengue no território brasileiro, entre 1997 e 2002, por si só, já indicava a baixa efetividade do PEAA. A magnitude da incidência da doença elevava-se e havia rápida disseminação para municípios anteriormente indenes, apesar das intervenções que estavam sendo desenvolvidas. Ademais, embora esta seja uma doença característica de grandes centros urbanos, a sua pressão de transmissão naquele período permitiu sua expansão para pequenas cidades.

Esta Tese reiterou o que já vinha sendo observado, ou seja, que o impacto das ações do PEAA era baixo e, além disso, demonstrou que a redução de incidência só ocorria onde as ações eram desenvolvidas adequadamente e iniciadas antes da introdução do vírus. O encontro de um impacto próximo a 40% de incidência de infecções em um dos municípios considerado com implantação adequada do Programa evidencia a relevância das dificuldades operacionais na condução do programa sobre a ocorrência da doença. Entretanto, a intervenção nos moldes implementados no referido período só foi efetiva quando associada a uma situação epidemiológica favorável. Mesmo assim, o vírus circulou com intensidade considerável, pois a soroprevalência média foi próxima a 50% no município onde ocorreu aquele impacto, indicando que a população adquiriu imunidade passível de ocorrência de FHD.

Em um dos estudos foi possível estabelecer a importância do clima para a ocorrência do dengue, entre os demais fatores analisados, em consonância com a literatura nacional e internacional. Como amplas faixas do território brasileiro situam-se nos trópicos onde as condições climáticas são as melhores

para a proliferação do *Aedes aegypti*, ao que tudo indica o dengue continuará sendo um problema importante de saúde para o país, enquanto não houver avanços significativos dos instrumentos de prevenção.

O dengue tem sido colocado na agenda de prioridades de todas as esferas de governo, tanto em razão da intensa pressão da sociedade, através dos meios de comunicação de massa, particularmente, depois da expressiva epidemia de FHD ocorrida no Rio de Janeiro no biênio 2001/2002, como pelo reconhecimento das autoridades da gravidade e importância da doença. No que pese a melhoria imprimida ao escopo do programa em 2002, no que diz respeito à extensão de cobertura em cada território e de maior ênfase em ações de saneamento ambiental e educação em saúde, dispõe-se de algumas evidências de que sua efetividade continua insuficiente, tais como: elevação em torno de 81% na incidência de casos notificados em 2005, quando comparados com 2004 com elevação do número de casos graves da doença, e; últimos registros dos índices de infestação predial (IP) acima de 1% em muitos municípios brasileiros.

Desta forma, a situação epidemiológica do país impõe que investimentos significativos no desenvolvimento de novos métodos de eliminação do *Aedes aegypti* devem ser realizados, para aprimorar as tecnologias e estratégias de combate vetorial com vistas a ampliar a sua efetividade, visto que a curto e médio prazo são remotas as possibilidades de se dispor de vacina efetiva e segura pra ser utilizada em populações.

ANEXO

Função desenvolvida por O.G. Cruz: para permitir a elaboração da matriz do cálculo do estimador.

```
kfademap <- function(mapas,ntrans=10,zlim=c(0,0),borda,paleta=heat.colors(10)) {
  TAM <- length(mapas)
  if (zlim[1]==0 && zlim[2]==0) {
    maximo <- rep(0,TAM)
    minimo <- maximo
    for (x in 1:TAM) {
      maximo[x] <- max(eval(as.name(mapas[x]))$z,na.rm=T)
      minimo[x] <- min(eval(as.name(mapas[x]))$z,na.rm=T)
    }
    zlim <- c(min(minimo),(max(maximo)))
  }

  for (x in 1:(TAM-1)) {
    kfade(eval(as.name(mapas[x])),eval(as.name(mapas[x+1])),ntrans=ntrans,paleta=paleta,borda=
    contorno,zlimite=zlim,tit=mapas[x])
  }
}

kfade <- function(k1,k2,paleta,borda,ntrans,zlimite,tit){

  if (((class(k1)=="list" && class(k2)=="list") && dim(k1$z)==dim(k2$z)) != TRUE )
    stop("argumentos K1 e K2 devem ser do mesmo tipo e da mesma dimensão")
  p1 <- seq(0,1,len=ntrans+1)
  p2 <- 1-p1
  z <- k1
  image(k1,axes=F,col=paleta,zlim=zlimite,...)
  lines(borda,lwd=2)
  # title(tit)
  for (x in 2:(ntrans))
    {
      z$z <- ((k1$z*p2[x])+(k2$z*p1[x]))
      image(z,axes=F,col=paleta,zlim=zlimite)
      lines(borda,lwd=2)
    }
}
```