

FLG 5153 Princípios de Cartografia e Análise Espacial aplicados à Geografia da Saúde

Fatores ambientais e distribuição das doenças

Ligia Vizeu Barrozo

Dept^o. de Geografia

Faculdade de Filosofia, Letras e
Ciências Humanas

USP

lija@usp.br



A geoquímica do ambiente e a
saúde humana

(GEOLOGIA MÉDICA?)

Fonte: solo, água e ar

- As correlações entre patologias e ambiente não devem sugerir associações causais. O termo “covariação” é preferível, já que as patologias são multifatoriais – o ambiente é **um** dos determinantes da saúde.

Elementos-traço essenciais: benefícios ou toxicidade

- Ex.: regiões **abundantes** e talvez tóxicos em elementos essenciais:
- Cádmium (disfunções renais, hipertensão, doença isquêmica), chumbo (neuropatias, desordens psíquicas, hipertensão), alumínio (demência de tipo Alzheimer ?), elementos rádio-ativos como o radon (câncer do pulmão)

Elementos-traço essenciais: benefícios ou toxicidade

- Existem numerosos exemplos de problemas nutricionais ligados à geoquímica dos solos e da água. Ex.: regiões deficientes em elementos essenciais:
- Ferro (anemia), cálcio-magnésio-sódio (doenças cárdio-vasculares, hipocalcemia), cromo (regulação da glicose, diabete), cobalto (anemia perniciosa), fluor (cárie dentária, osteoporose), iodo (cretinismo, surdo-mudo)

Elementos-traço essenciais: benefícios ou toxicidade

- Os intervalos para que a concentração em elementos essenciais possam ser benéficos para o ser humano são relativamente amplos (caso do fósforo e do cálcio); para outros, são mais estreitos (selênio ou ferro). Os valores para elementos tóxicos variam amplamente para certos elementos e podem ter uma duração de vida importante (caso do chumbo, do mercúrio, do titânio).

Vias de absorção dos elementos-traço

- Modos pelos quais o organismo entra em contato ou absorve estas substâncias: via digestiva ou via cutâneo-mucosa.
- A distribuição geográfica, sua importância, as vias de absorção são características essenciais para se ter uma compreensão da etiologia das doenças

Estudos de caso – bócio endêmico

- Deficiência de iodo: é encontrada na Inglaterra, América do Norte e do Sul, Europa, Ásia. Endêmica em certos vales alpinos, nos Pirineus, Cáucaso, Himalaia, nas regiões glaciares como nos Grandes Lagos, no sul da Finlândia



Estudos de caso – bócio endêmico

- Nos vales e planícies, a glaciação e inundações eliminaram o iodo dos solos e da água, levando a doença aos seus habitantes.
- Problemas de saúde são severos: idiotice, cretinismo, surdo-mudo.
- A Suíça foi o primeiro país a introduzir em 1923 um programa de suplemento de iodo e em 25 anos conseguiu reduzir substancialmente os problemas de saúde associados.
- Atualmente as regiões ainda afetadas: Rif marroqueno, Cáucaso, onde a doença é endêmica

Estudos de caso – bócio endêmico



Bócio endêmico - Marrocos



RÉGIONS ÉCONOMIQUES

- | | | | |
|----------------------|----------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| ① CHAOUIA-OUARRDIGHA | ④ GHARB-CHRRADA-BENI HSSEN | ⑦ LAËYOUNE-BOUJDOUR-SAKIA EL HAMRA | ⑩ ZEMMOUR-ZAËR |
| ② DOUKKALA-ABDA | ⑤ GRAND CASABLANCA | ⑧ MARRAKECH-TENSIFT-AL HAOUZ | ⑪ SOUS-MASSA-DRAA |
| ③ FÈS-BOULEMANE | ⑥ GUELMIN-SMARA | ⑨ MEKNÈS-TAFILALET | ⑮ TAZA-AL HOCEIMA-TAOUNAT |

Bócio endêmico - Cáucaso



Names for first-order administrative divisions (republics and krais) are unofficial provisional names. Names and boundary representation are not necessarily authoritative.

2782 6-94 STATE (NRVGG)

Estudos de caso – mongolismo

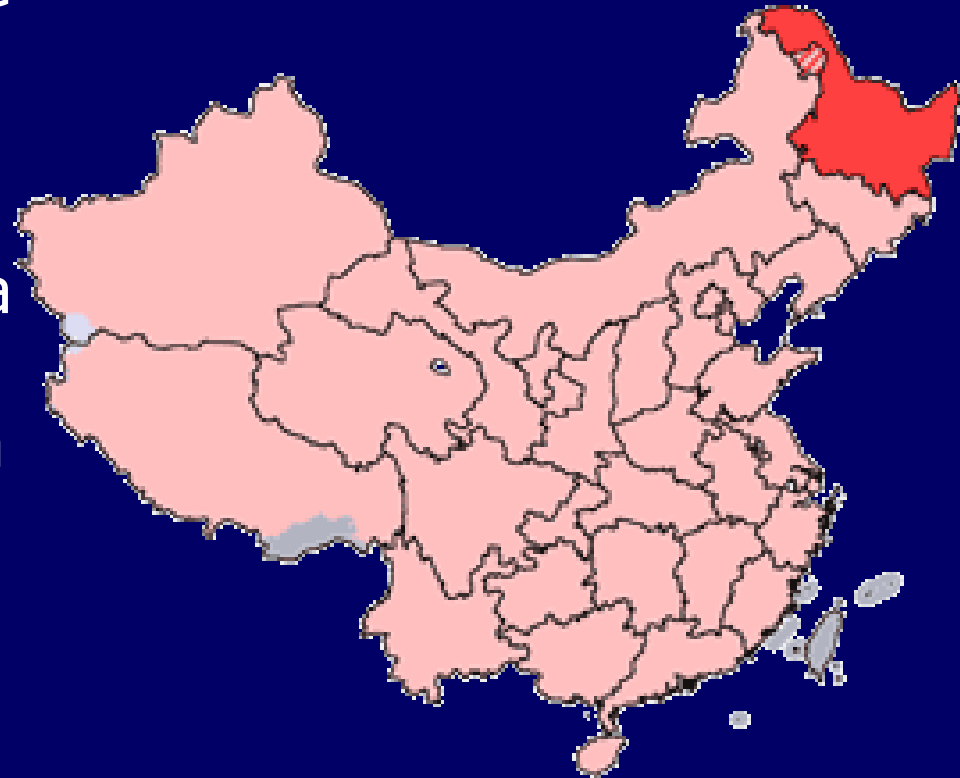


Estudos de caso – mongolismo

- Relação entre mongolismo e concentração elevada de flúor na água (Rapoport, 1956);
- 687 casos: o risco de mongolismo era mais 2x mais elevado nas cidades onde o conteúdo de flúor na água era de 1 ppm ou mais.
- Idade média das mães e conteúdo de flúor na água:
 - 34,26 anos – 0,1 a 0,5 ppm;
 - 33,17 anos – 0,6 a 1,0 ppm;
 - 29,81 anos – 1,2 a 2,8 ppm.
- Nas zonas onde o teor de flúor era mais alto, as mães mais jovens davam tinham filhos com mongolismo

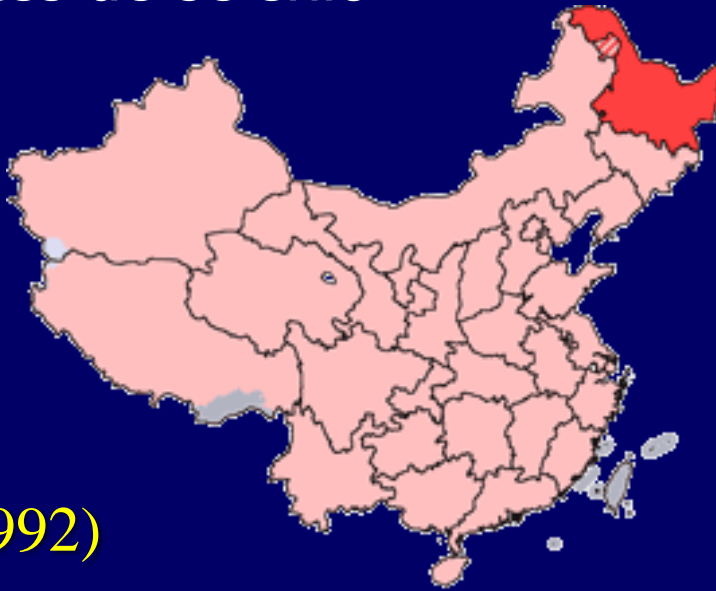
Estudos de caso – doença de Keshan

- É uma cardiomiopatia juvenil mortal causada pela deficiência na dieta do mineral selênio. Recebe este nome por ocorrer em Keshan, condado do nordeste da China, onde a prevalência da doença é alta devido à deficiência de selênio no solo. Esta doença provocou a morte de milhares de pessoas.



Estudos de caso – doença de Kaschin-Beck

- Caracterizada por uma necrose da cartilagem e por uma distrofia dos músculos, dos ossos e da cartilagem; é comum também entre os habitantes das zonas carentes de selênio



Foster (1992)



Deficiência de iodo

- Bócio, esclerose em placa, esclerose amiotrófica lateral, câncer da tireóide são mais comuns em regiões deficientes de iodo

Deficiência de cálcio

- Diabetes, doenças do coração, esclerose amiotrófica lateral

Os elementos do solo não ocorrem ao acaso, estão associados aos processos geológicos e geomorfológicos e, por isso, podem aparecer em conjunto nas associações

Fluorose dentária – São Francisco, MG

Equipe de pesquisa

Departamento de Geologia – IGC/UFMG

Leila Nunes Menegasse Velásquez

Lúcia Maria Fantinel

Alexandre Uhlein

Walter Duarte Costa

Paulo Roberto Antunes Aranha

Departamento de Odontologia Social e Preventiva – FO/UFMG

Efigênia Ferreira e Ferreira

Lia Silva de Castilho

Andréia Maria Duarte Vargas

Apoio

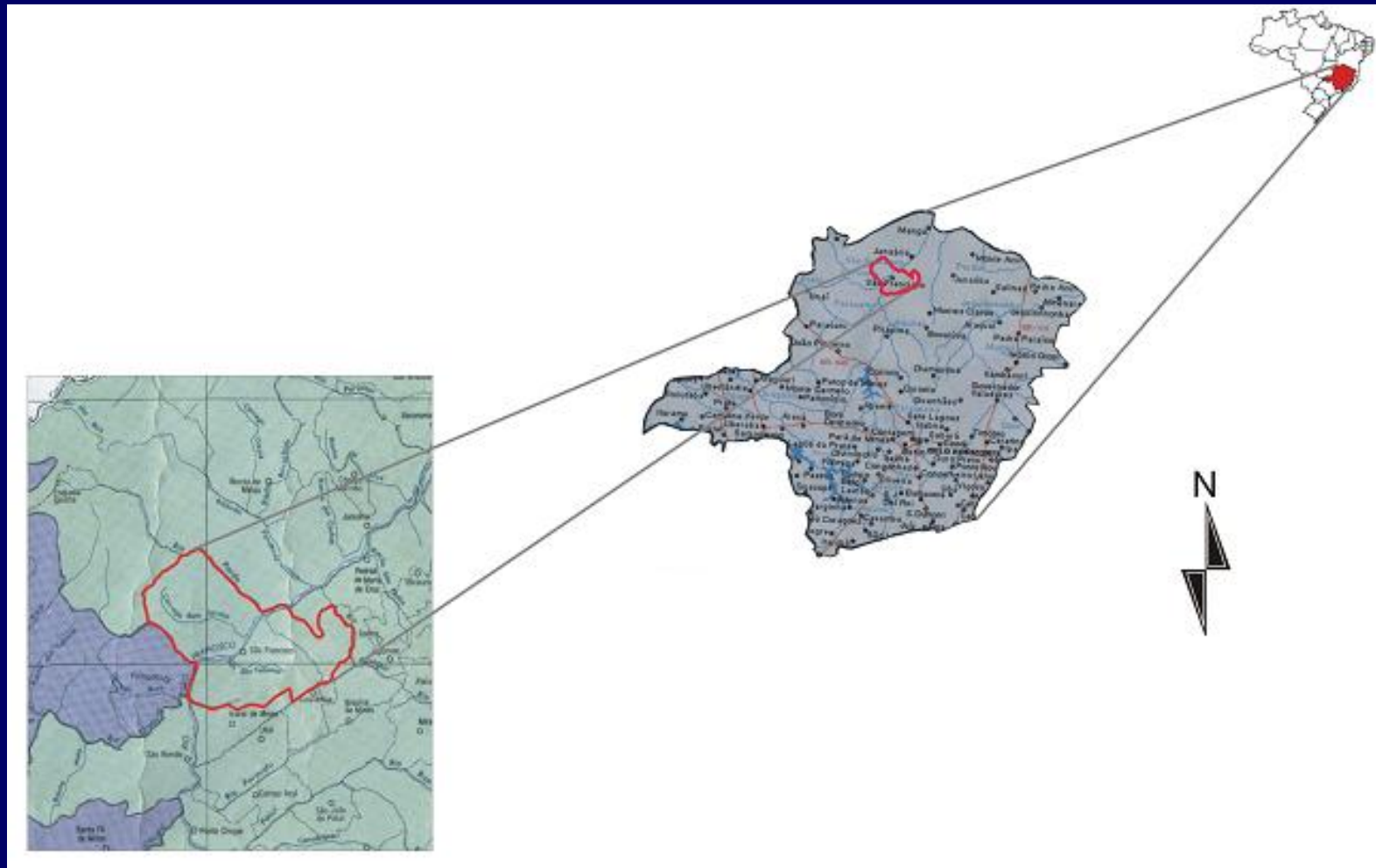
Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG

Conselho Nacional de Pesquisa - CNPq

Fundação Nacional de Saúde – FUNASA

Prefeitura Municipal de São Francisco

Fluorose dentária – São Francisco, MG



Histórico da descoberta de fluorose dentária em São Francisco

Final da década de 1970 – abertura de poços tubulares principalmente na zona rural carente de recursos hídricos superficiais

1993/1995 – odontólogos do município e da FUNASA constataam fluorose dentária em crianças de Mocambo

1997 – prefeitura de São Francisco solicita à FUNASA análise da água do poço de Mocambo, encontrando teor de fluoreto de 3,2 ppm

1999 – esta equipe encaminha projeto de pesquisa à FAPEMIG, e inicia a pesquisa em 2002.

O limite ótimo de fluoreto para uma dada comunidade depende das condições climáticas locais

Média das temperaturas
máximas diárias do ar oC

Limites recomendados para a concentração do
íon fluoreto (em mg/L)

Mínimo Máximo Ótimo

10,0 – 12,1 0,9 1,7 1,2

12,2 – 14,6 0,8 1,5 1,1

14,7 – 17,7 0,8 1,3 1,0

17,8 – 21,4 0,7 1,2 0,9

21,5 – 26,3 0,7 1,0 0,8

26,4 – 32,5 0,6 0,8 0,7

Fonte: Ministério da Saúde - Consultoria Jurídica . Legislação e Normas de fluoretação da água em sistema de abastecimento público - 1976

OBJETIVO

Relacionar a contaminação da água subterrânea por fluoreto com a endemia de fluorose dentária e com os condicionantes geológicos (estratigráficos e estruturais) do aquífero Bambuí no município de São Francisco, Minas Gerais.

Resultado

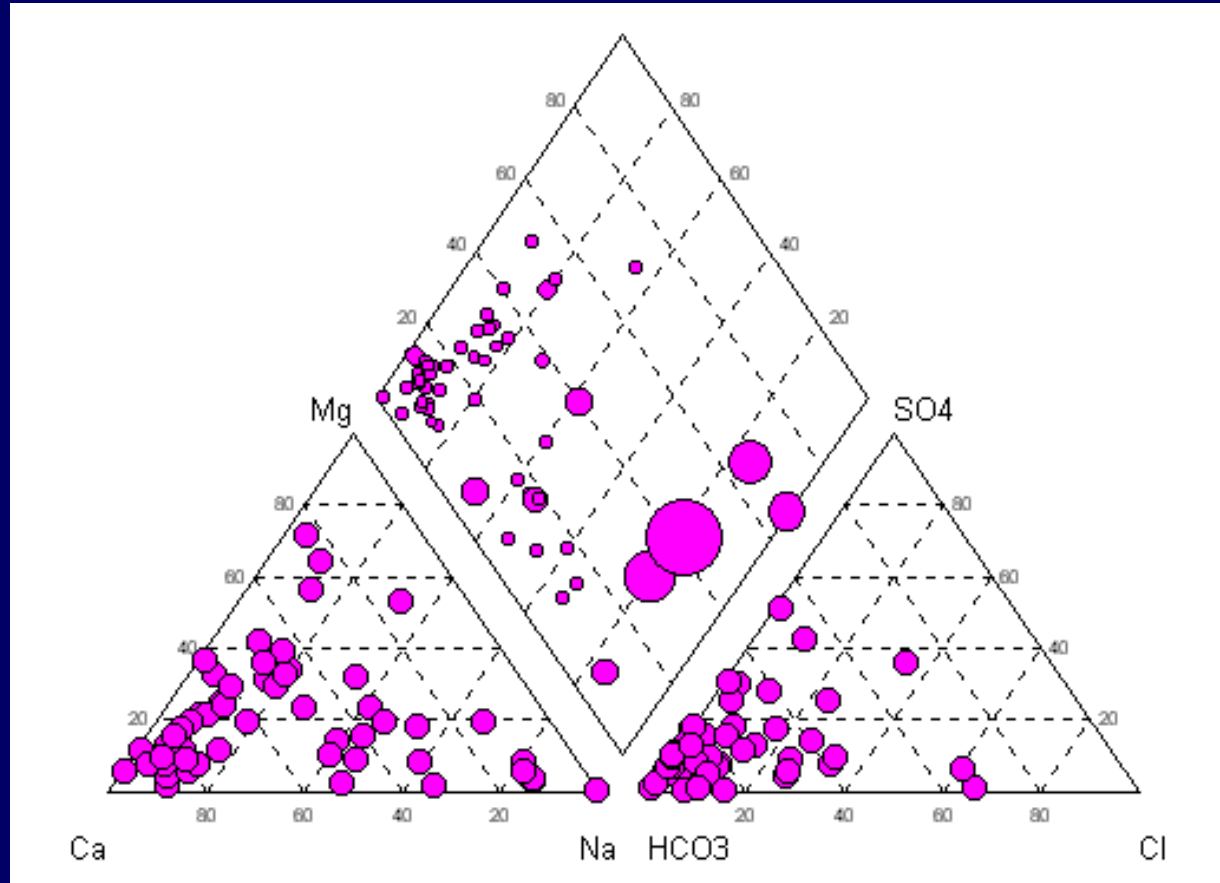


Fluorose nos dentes anteriores -
Mocambo



65,4% possuem grau
elevado com
comprometimento estético
e funcional dos dentes!!!

Resultado



Bicarbonatada cálcica (32,3%)

Bicarb sódica, sódica-cálcica a cálcica-sódica (21,5%)

Bicarb. cálcica-magnésiana (15,4%)

Bicarb. cloretadas sódicas, cálcicas e mistas (9,2%)

Bicarb. sulfatadas mistas (9,2%)

Conclusões

- Em São Francisco, configura-se um quadro endêmico severo de fluorose dentária;
- As anomalias de F- ($> 0,8$ ppm) encontradas nas águas subterrâneas de abastecimento das localidades endêmicas indicam o consumo prolongado dessas águas como a causa da fluorose dentária;
- A fluorita disseminada em veios calcíticos, principalmente nos calcarenitos, é o principal mineral fonte da contaminação das águas subterrâneas nos distritos analisados;
- As anomalias de F- possuem forte associação com estruturas rúpteis e com a estratigrafia, possibilitando definir critérios de ação preventiva;
- Nove outras localidades, ainda sem estudo epidemiológico, apresentaram concentrações de F- acima do VMP;
- A pesquisa indica a necessidade de expansão do estudo para Norte e Leste da área estudada, no domínio do Supergrupo Bambuí.



Clima e fatores ambientais: impactos sobre a saúde humana

Ligia Vizeu Barrozo

Dept^o. de Geografia
Faculdade de Filosofia, Letras e
Ciências Humanas
USP

lija@usp.br



Teoria da multicausalidade

- ▶ Uma doença pode ter mais do que um único mecanismo causal e todo mecanismo causal envolve a ação conjunta de diversos componentes causais

Determinantes em saúde

- ▶ Um *determinante* pode ser definido como qualquer fator ou variável que pode afetar a frequência com a qual uma doença ocorre em uma população.

Determinantes em saúde podem ser

▶ *Intrínsecos:*

características físicas ou
fisiológicas do

- ❖ hospedeiro,
- ❖ patógeno,
- ❖ hospedeiro intermediário ou
- ❖ vetor

Determinantes em saúde podem ser

▶ *Extrínsecos:*

- ❖ Influência **ambiental** no hospedeiro ou patógeno

- ❖ Influência de **determinantes sociais, políticos, econômicos, culturais** (modo de vida, religião, hábitos culturais)

A **Biometeorologia** considera como a variação das características físicas e químicas da atmosfera afetam a variação nos sistemas físico-químicos dos organismos vivos

Algumas características da atmosfera incluem temperatura, umidade, deslocamento do ar, pressão atmosférica, radiação solar, som, magnetismo, eletricidade

Meade and Earickson (2005) Medical Geography. 2nd Ed.
New York: The Guilford Press, 500p.

Biometeorologia e saúde

Temperatura, umidade relativa e pressão atmosférica apresentam associação com

❖ doenças do aparelho circulatório (doenças hipertensivas, doenças isquêmicas do coração como angina, infarto do miocárdio, doenças cerebrovasculares) e

❖ doenças do aparelho respiratório (asma, gripes, pneumonias, bronquites)

(Saez et al., 2000; Chang et al., 2004; Lin et al., 2009; Bayentin et al., 2010)

Conceito de risco climatopatológico

O risco climatopatológico ocorre quando há uma variação meteorológica de considerável intensidade associada com certa probabilidade de alteração de status de saúde (e.g., valores extremos de temperatura muito alta ou baixa)

O clima afeta a saúde em 3 níveis

(modificado de Patz e Balbus, 1996)

Primeiro nível (Patz and Balbus, 1996)

tem natureza física e está ligado ao próprio sistema climático, incluindo sua variabilidade, operando nas escalas:

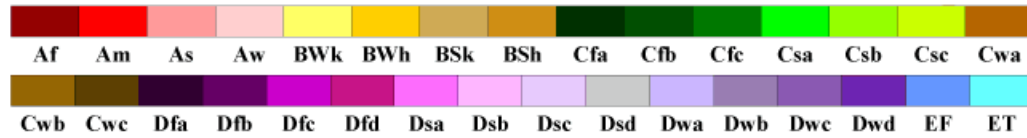
- Global (*e.g.*, distribuição da temperatura média global e precipitações, nível do mar);
- Local (*e.g.*, ondas de calor, inundações)

- ▶ “Compreender a localização dos maiores biomas da Terra pode contribuir para a compreensão da distribuição espacial de muitos riscos à saúde”

Meade and Earickson (2005) Medical Geography. 2nd Ed.
New York: The Guilford Press, 500p.

World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

updated with CRU TS 2.1 temperature and VASclimO v1.1 precipitation data 1951 to 2000



Main climates

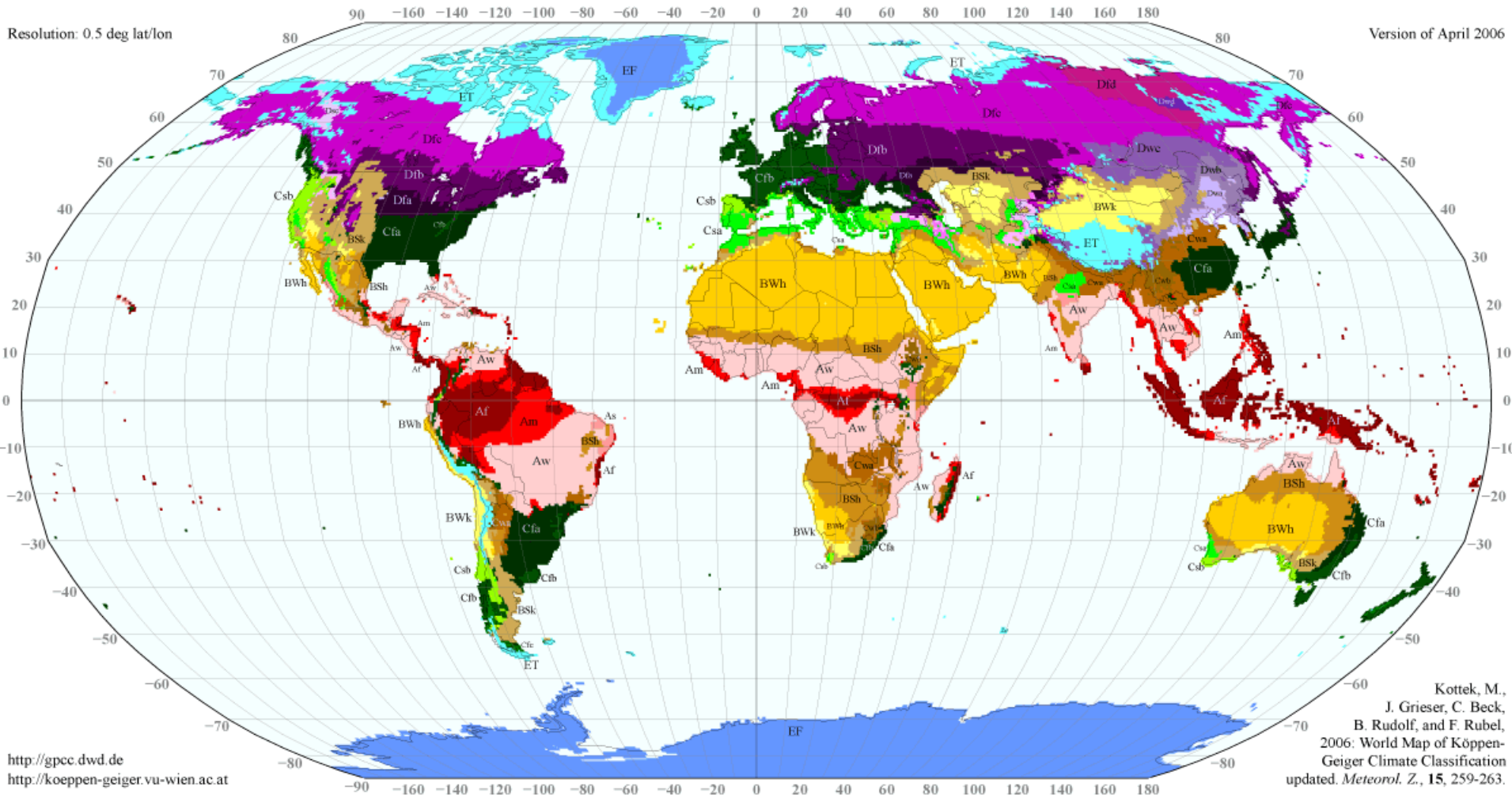
- A: equatorial
- B: arid
- C: warm temperate
- D: snow
- E: polar

Precipitation

- W: desert
- S: steppe
- f: fully humid
- s: summer dry
- w: winter dry
- m: monsoonal

Temperature

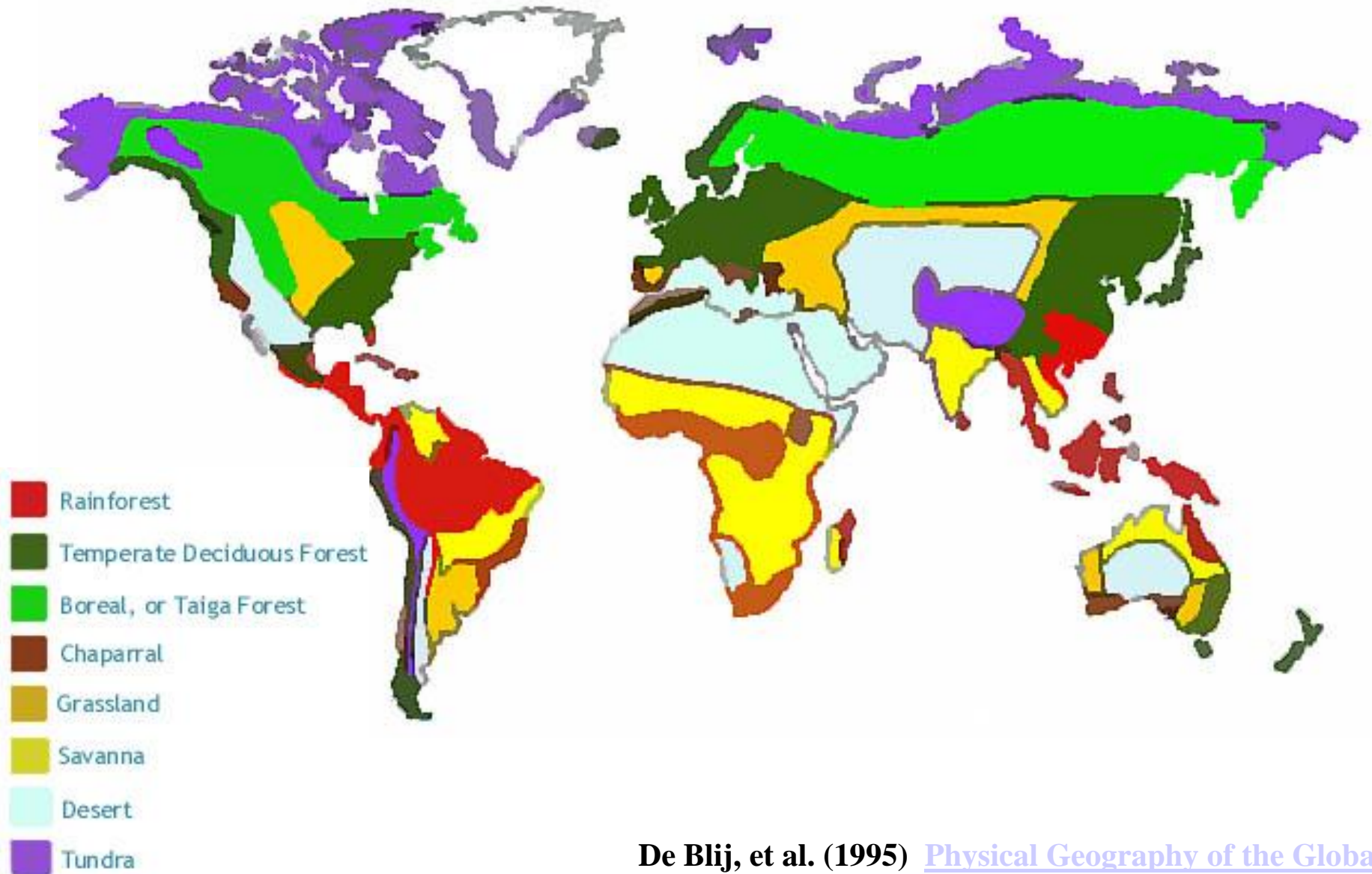
- h: hot arid
- k: cold arid
- a: hot summer
- b: warm summer
- c: cool summer
- d: extremely continental
- F: polar frost
- T: polar tundra



Kottke, M., J. Grieser, C. Beck, B. Rudolf, and F. Rubel, 2006: [World Map of the Köppen–Geiger climate classification updated](#). *Meteorol. Z.*,

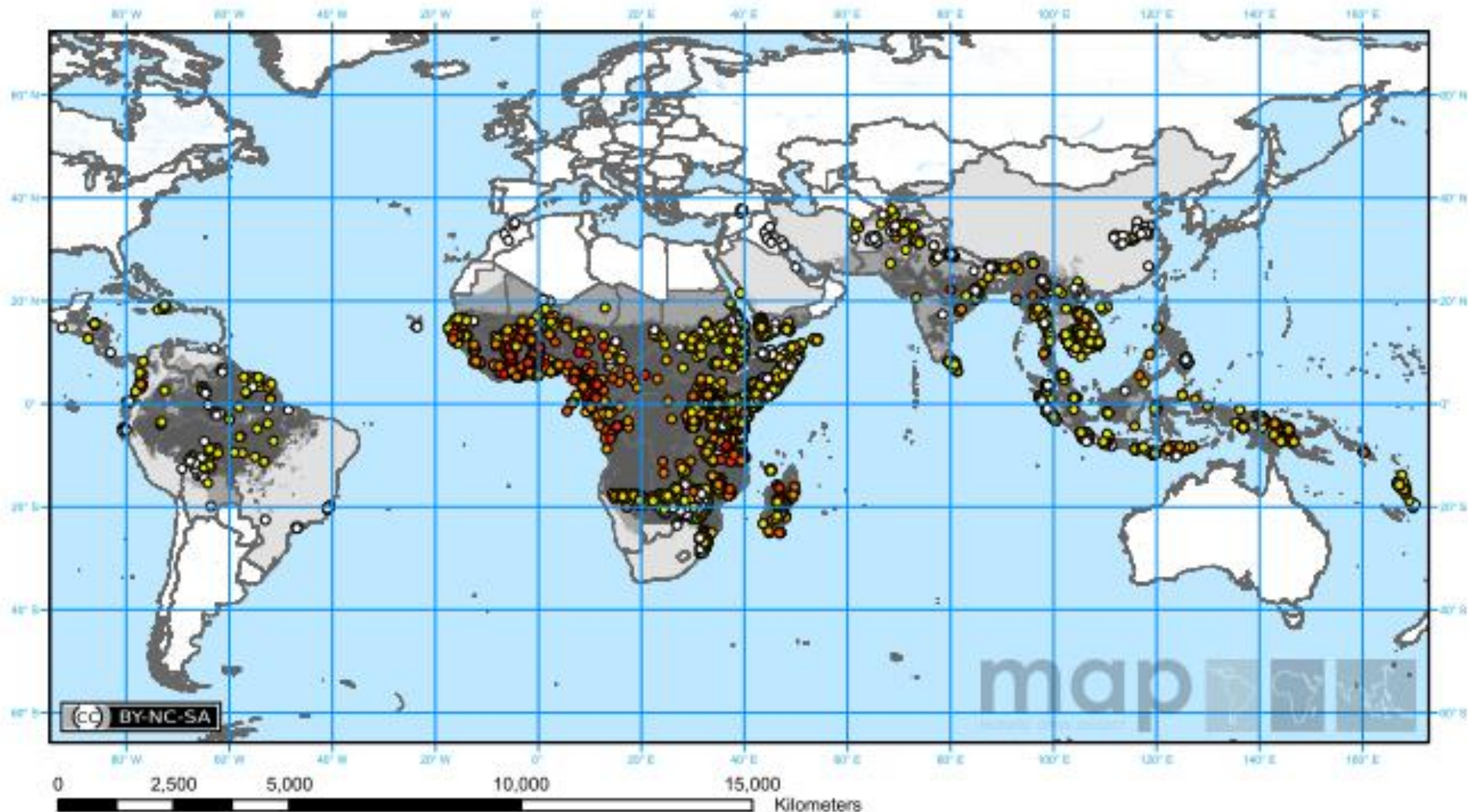
15, 259-263. DOI: [10.1127/0941-2948/2006/0130](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130).

Distribuição dos principais biomas



De Blij, et al. (1995) [Physical Geography of the Global Environment, 2nd Edition](#). John Wiley & Sons Inc. 362p.

Plasmodium falciparum malaria risk in the World and the distribution of recorded parasite rate surveys used in the creation of the 2007 endemicity map



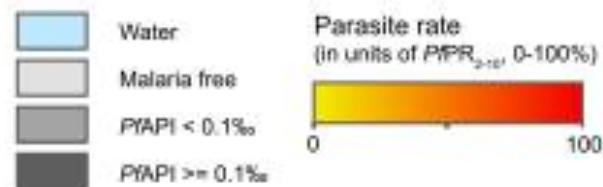
The 7953 *P. falciparum* parasite rate surveys available for predicting prevalence within the stable limits were collected between 1985 and 2006.

Copyright: Licensed to the Malaria Atlas Project (MAP; www.map.ox.ac.uk) under a Creative Commons Attribution 3.0 License (<http://creativecommons.org/>)

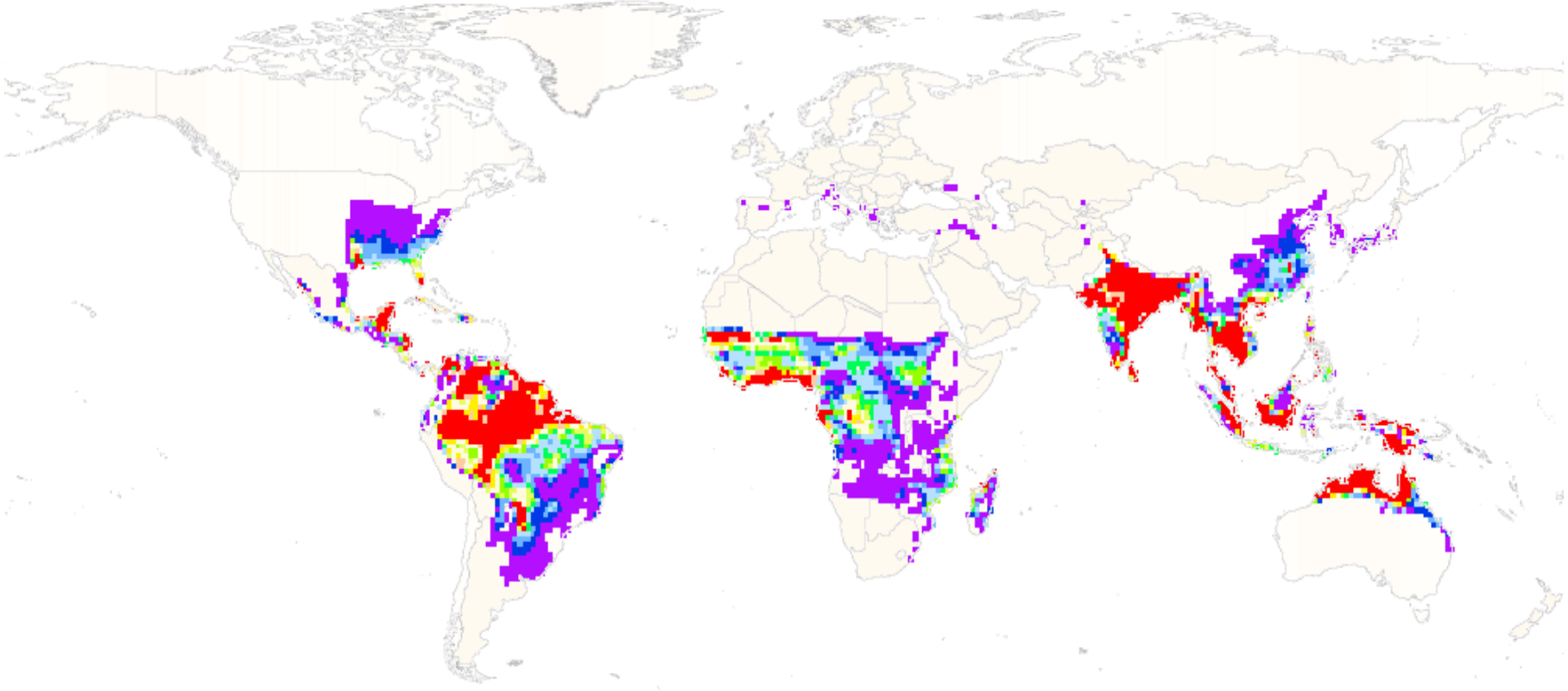
Citizens: Guerra, C.A. et al. (2008). The limits and intensity of *Plasmodium falciparum* transmission: implications for malaria control and elimination worldwide. *PLoS Medicine* 5: e38 and Hay, S.I. et al. (2009). A world malaria map: *Plasmodium falciparum* endemicity in 2007. *PLoS Medicine* 6(2): e1000048.

Note: The distribution of parasite rate surveys used for the next 2008 iteration of the map and those being archived for *P. vivax* increases daily. Please e-mail map@zoo.ox.ac.uk for maps of the most contemporary survey distribution.

Note: The scalebar is a guide and accurate only at the equator. Projection: Plate carree.



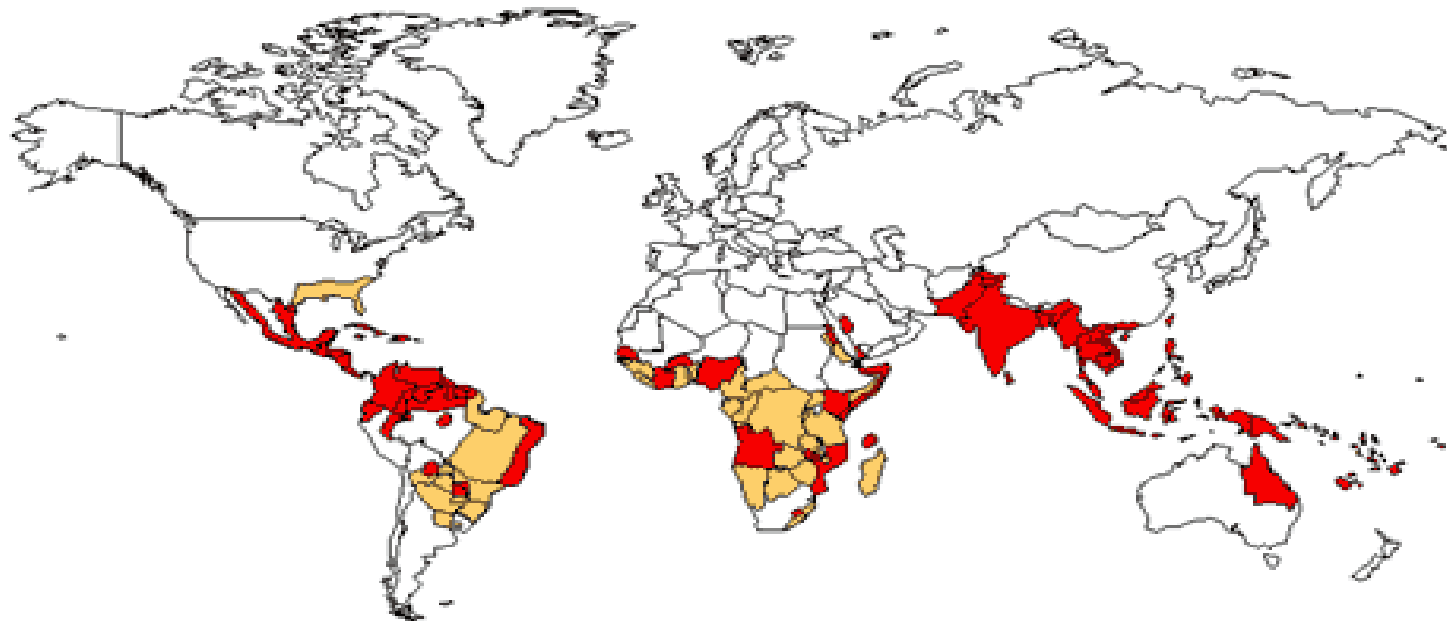
Modelagem da distribuição potencial do Mosquito *Aedes aegypti*



Adult Female Index

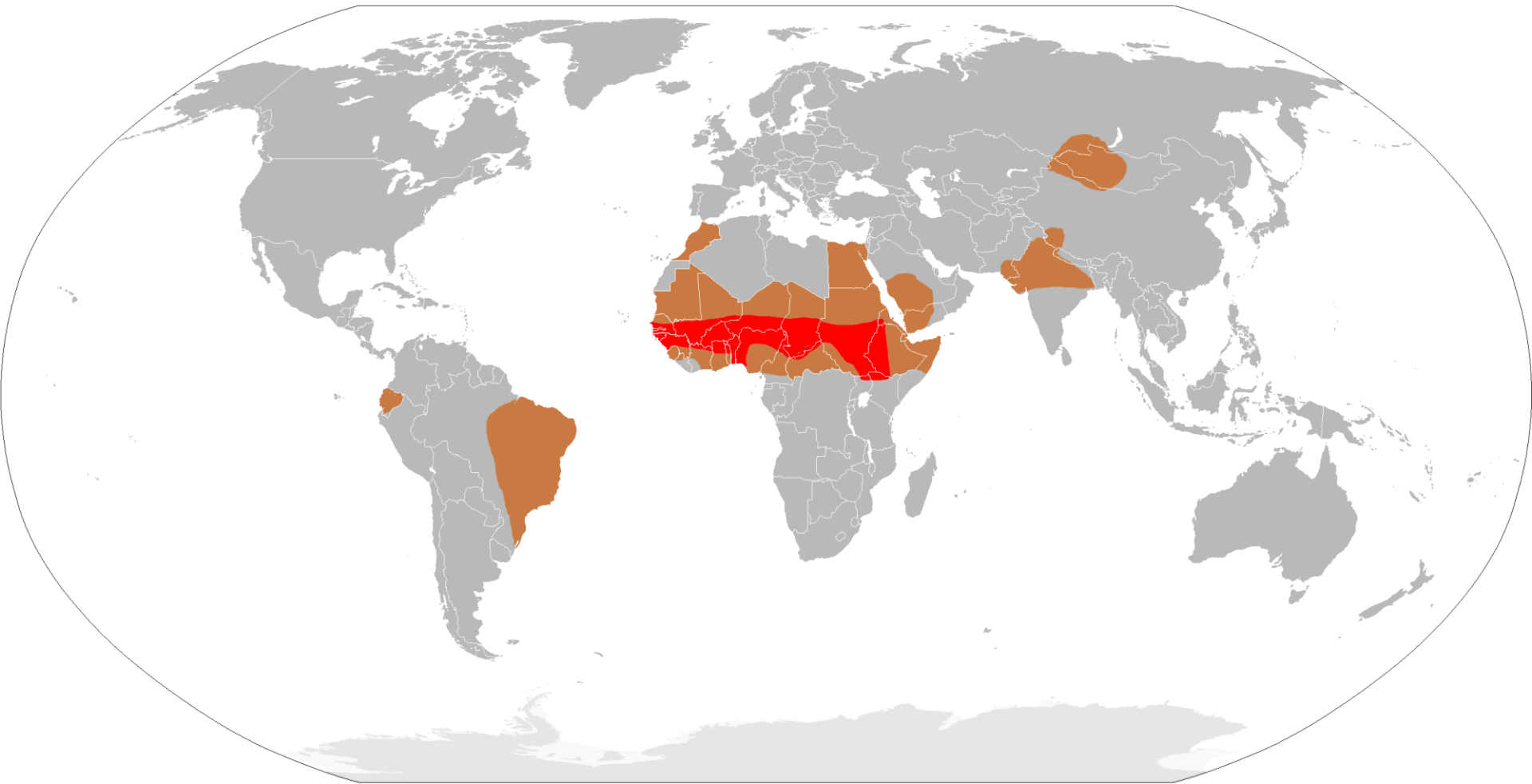


World Distribution of Dengue - 2000



- Areas infested with *Aedes aegypti*
- Areas with *Aedes aegypti* and dengue epidemic activity

Distribuição mundial da meningite meningocócica epidêmica



◆ "Cinturão da meningite" ◆ zonas epidêmicas ◆ casos esporádicos

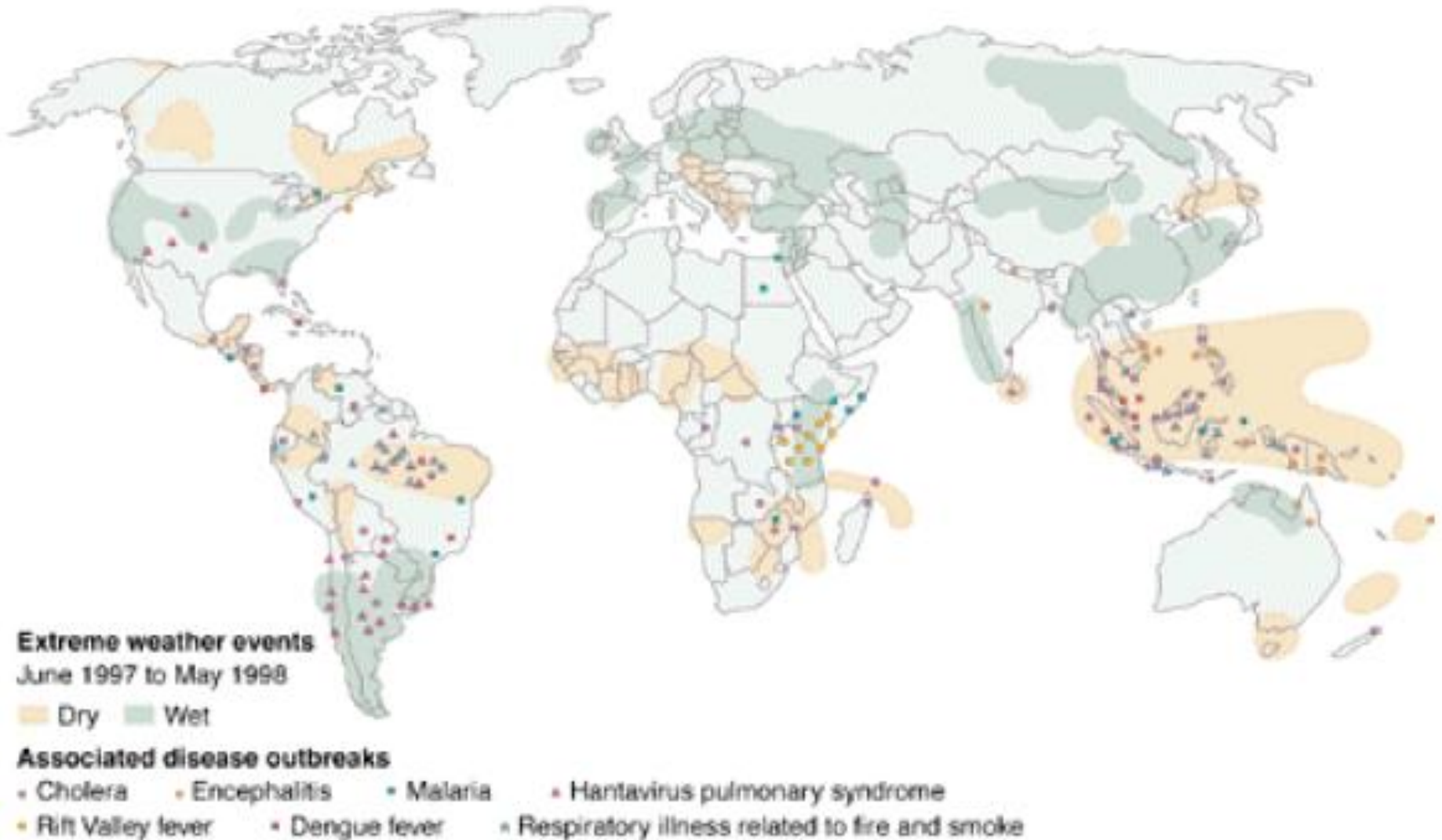
El Niño e doenças infecciosas

Doenças de **transmissão pela água e de veiculação hídrica** como hepatites, disenteria, febre tifóide, leptospirose e cólera

Doenças **transmitidas por vetores** como malária, dengue, leishmanioses, febre amarela, encefalite, peste, hantavirose, esquistossomose, entre outras

Webster and Palmer, 1997; Bouma et al., 1997;
Hales et al., 1999; Anyamba et al., 2001;
Franke et al., 2002

Eventos climáticos extremos e surtos de doenças



Onda de calor

(World Meteorologic Organization, 2002)

Ocorre quando a temperatura máxima diária para no mínimo 5 dias consecutivos excede a média da temperatura máxima em 5° C, considerando o período entre 1961 e 1990 (Frich et al., 2002).

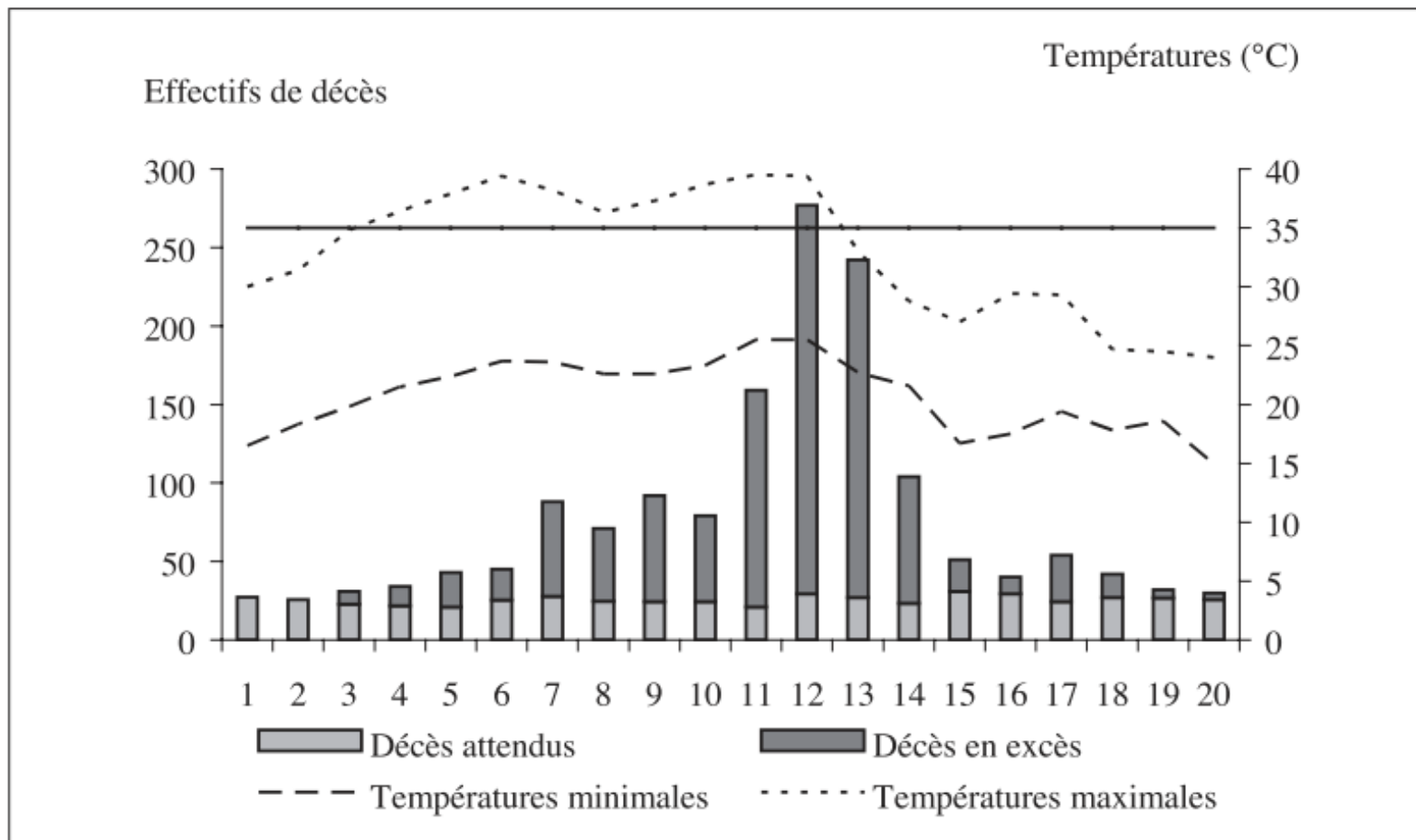
Ondas de calor desencadeiam excesso de hospitalização e mortes: falência renal aguda, “heat diseases”, doenças respiratórias e circulatórias

(Semenza et al. 1996; Canouï-Poitrine et al., 2006; Mastrangelo et al., 2007; Kovats and Hajat, 2008; Theoharatos et al., 2010)

Onda de calor em Paris, 2003

Cerca de **14800** mortes em excesso na França (60% a mais do que nos anos anteriores) e **1067** em Paris

Figure 1 : Effectifs de décès et températures entre le 1^{er} et le 19 août 2003



CADOT e SPIRA (2006) Canicule et surmortalité à Paris en août 2003, le poids des facteurs socio-Économiques. Espace, Populations, Sociétés, 2-3:239-249.

Onda de calor em Londres, 2003

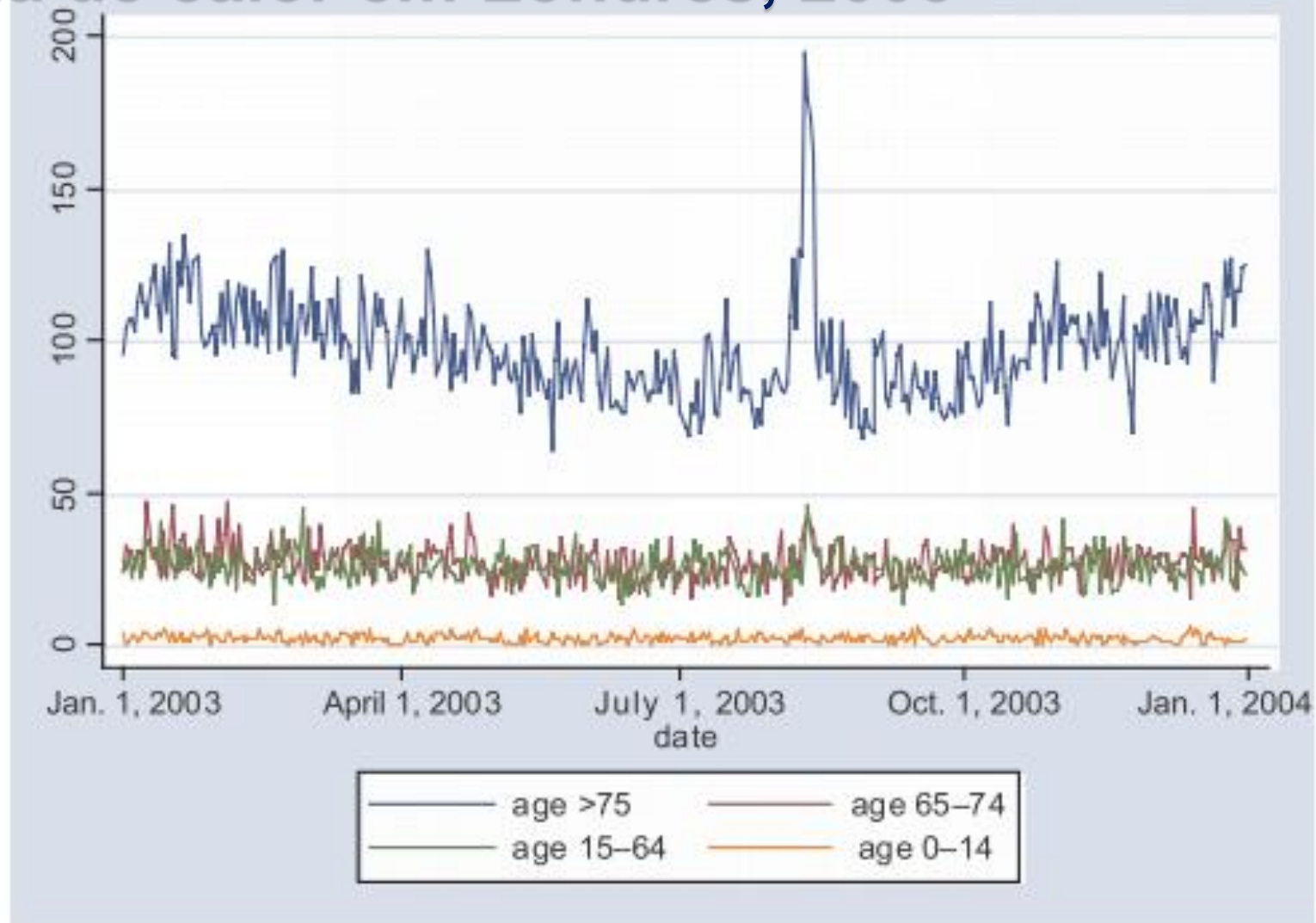


Figure 1

Daily mortality in Greater London, 2003, by age group.

Onda de calor em Atenas, em julho de 1987

- Índice termo-higrométrico de conforto não ultrapassou 32° C: 1115 mortes foram imputadas ao calor, sendo 926 constatadas em meio hospitalar.
- A estrutura demográfica em Atenas: há 2x mais pessoas acima de 65 anos do que a média nacional e presença de smog (poluição do ar); a concentração de ozônio em 24 horas chegou a 254 µg/m³, com picos de 700 µg/m³(a OMS fixa 100 µg/m³)

Besancenot (1995)

Risco de crise de asma em Hong Kong

- A taxa de hospitalização é positivamente associada à velocidade dos ventos e negativamente à umidade relativa;
- O modelo é usado pelos serviços de saúde para otimizar a gestão e o funcionamento dos hospitais.

Besancenot (1995)

Segundo nível (Patz and Balbus, 1996)

- Relacionado às características biofísicas do ambiente desencadeadas por variáveis climáticas (*e.g.*, durabilidade de prédios e infraestrutura, produção agropecuária, disponibilidade de água potável e distribuição e ciclo de vida de vetores)



Laboratório de Climatologia



- Home
- Ciências da Terra
- Pós-Graduação
- Especialização
- Graduação
- UFPR



- SACDENGUE
- Grupos de Pesquisa
- Publicações
- Eventos
- Links relacionados



SACDENGUE - Serviço de Alerta Climático de Dengue

Desenvolvido pelo LABOCLIMA (Laboratório de Climatologia) da UFPR (Universidade Federal do Paraná), com o apoio do SIMEPAR (Instituto Tecnológico do Paraná) e da SESA/PR (Secretaria de Saúde do Estado), este serviço objetiva contribuir com as campanhas de controle da dengue através de um sistema de alerta de riscos de infestação do mosquito vetor da dengue e da transmissão da doença no Paraná.

Este sistema de alerta diz respeito somente ao monitoramento das condições climáticas no Paraná; o funcionamento do sistema permite identificar a formação de situações atmosféricas favoráveis à reprodução e atuação do *Aedes aegypti* - vetor da dengue, no Estado. A análise dos dados meteorológicos permite traçar um perfil climático diário das diferentes regiões paranaenses no que diz respeito à formação de ambientes mais ou menos favoráveis à infestação do mosquito e, portanto, à maior ou menor incidência de casos da doença.

Este Boletim de Alerta terá uma periodicidade semanal de publicação, em consonância com a semana epidemiológica brasileira. Por se tratar do primeiro boletim, o Boletim número 0 (zero) apresentará os procedimentos metodológicos adotados na elaboração do SACDENGUE, bem como a relação entre as condições climáticas de alguns municípios do Paraná com a proliferação do vetor da dengue e, conseqüentemente, do risco de difusão epidemiológica da doença.

Boletim 00 - 26/12/2010 a 01/01/2011	Boletim 05 - 30/01/2011 a 05/02/2011	Boletim 10 - 06/03/2011 a 12/03/2011
Boletim 01 - 02/01/2011 a 08/01/2011	Boletim 06 - 06/02/2011 a 12/02/2011	Boletim 11 - 13/03/2011 a 19/03/2011
Boletim 02 - 09/01/2011 a 15/01/2011	Boletim 07 - 13/02/2011 a 19/02/2011	Boletim 12 - 20/03/2011 a 26/03/2011

SERVIÇO DE ALERTA CLIMATICO-METEOROLÓGICO (sacdengue)

Percentuais de risco de dengue – 20/03/2011 a 26/03/2011

Municípios analisados	Temp. Risco Alto	Temp. Risco Médio	Temp. Risco Baixo	Temp. Sem Risco	Chuva (mm)	Horas pré e pós-chuva*	Risco de dengue
Apucarana	41%	24%	23%	12%	11,8	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO
Cambará	55%	36%	9%	-	22,8	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO
Cascavel	50%	28%	17%	5%	2,2	Sem chuva significativa.	ALTO
Cianorte	47%	44%	9%	-	13,0	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO
Curitiba	26%	16%	26%	32%	13,2	72 a 120 horas sem chuva sign.	MÉDIO
Foz do Iguaçu	86%	7%	5%	2%	1,6	Sem chuva significativa.	ALTO
Francisco Beltrão	58%	22%	11%	9%	7,8	Sem chuva significativa.	ALTO
Guaíra	83%	16%	1%	-	8,4	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO
Guarapuava	32%	17%	24%	27%	0,0	Sem chuva significativa.	BAIXO
Guaratuba	77%	16%	7%	-	81,8	Até 72 sem chuva	ALTO
Londrina	51%	26%	19%	3%	16,6	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO
Maringá	63%	23%	9%	5%	17,6	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO
Palotina	65%	28%	6%	1%	0,6	Sem chuva significativa.	ALTO
Paranavaí	64%	28%	8%	-	9,2	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO
Santa Helena	74%	15%	8%	3%	0,0	Sem chuva significativa.	ALTO
São Miguel do Iguaçu	71%	16%	10%	3%	0,0	Sem chuva significativa.	ALTO
Umuarama	57%	26%	12%	5%	11,8	72 a 120 horas sem chuva sign.	ALTO

* Chuva significativa para proliferação e evolução do vetor.

Figura 02: SACDENGUE/PR – Risco de Dengue por Município – 20/03/2011 a 26/03/2011

ESTADO DO PARANÁ - Risco Climático da Dengue por Município - 20 a 26/03/2011

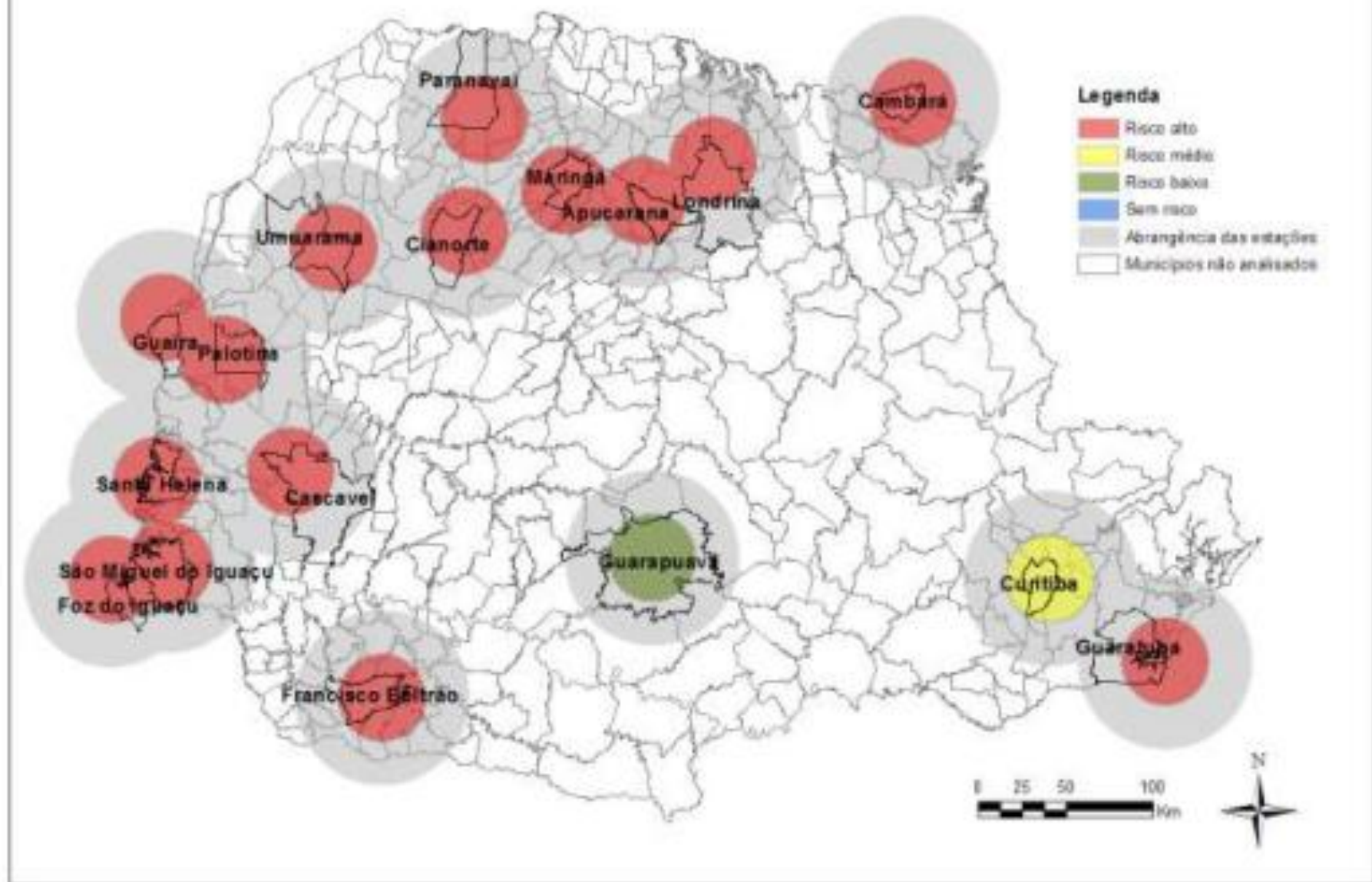
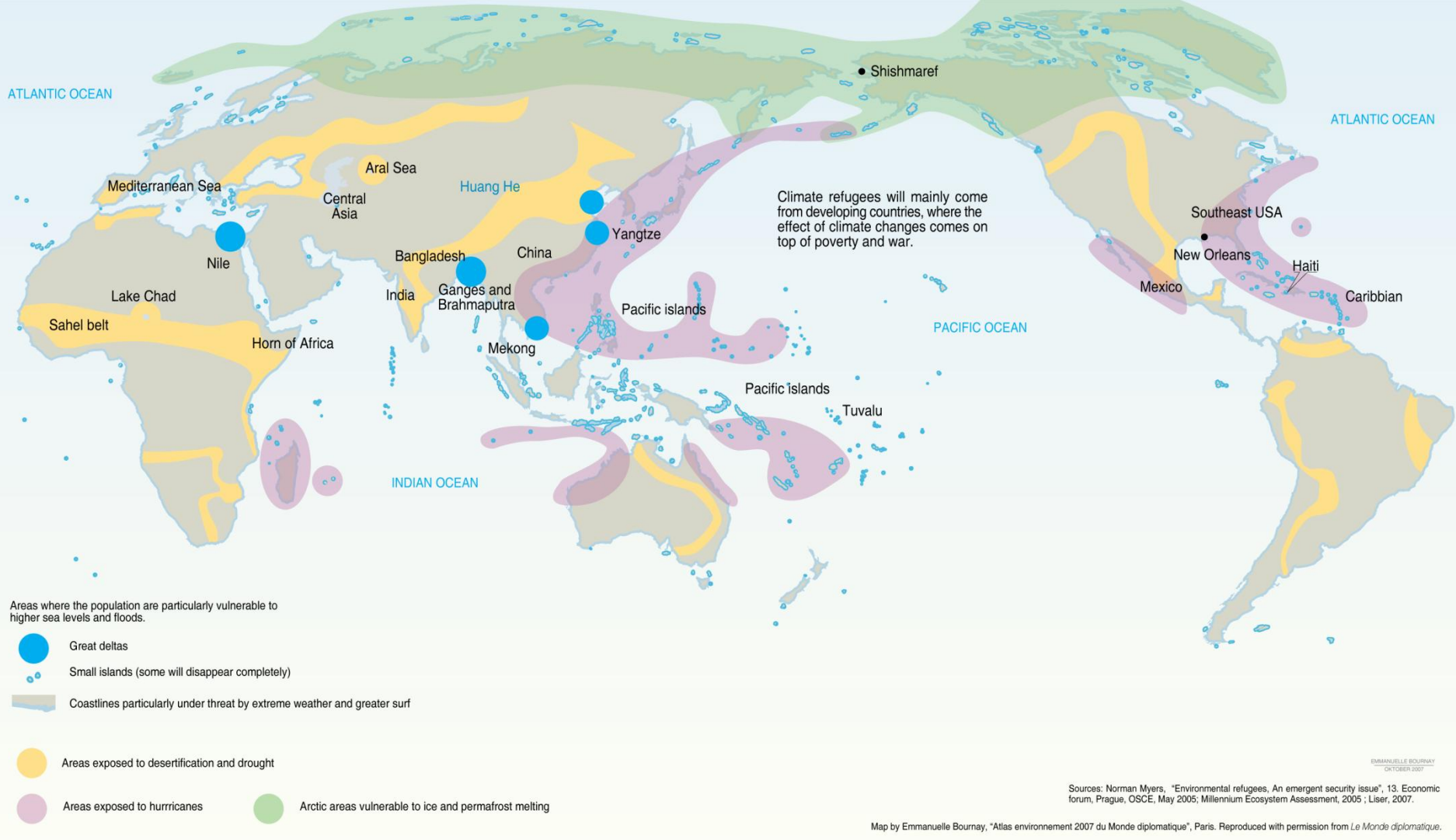


Figura 01: Risco Climático de Dengue por Município – 20/03/2011 a 26/03/2011.

Terceiro nível (Patz and Balbus, 1996)

- não tem natureza física e está indiretamente ligado a flutuações climáticas (e.g., migrações principalmente devido a secas e furacões, *stress*, práticas alimentares que podem afetar a saúde).

Mapa de refugiados do clima em 2010 – UNEP (United Nations Environment Program)



Campo de refugiados do clima no Chade





Refugiados da seca

Refugiados de furacão



