



RECIIS

Revista Eletrônica de Comunicação
Informação & Inovação em Saúde

[www.reciis.cict.fiocruz.br]

ISSN 1981-6278

Artigos originais

Zoneamento climático das condições para o desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue no Estado do Rio Grande do Sul

DOI: 10.3395/reciis.v3i2.146pt



*Galileo Adeli
Buriol*

Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
galileo@unifra.br



*Valduino
Estefanel*

Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
valduino@unifra.br

*Michelle da Silva Araujo
Gracioli*

Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
michelle@unifra.br

Dreisse Gabbi Fantineli

Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
defantinel@unifra.br

Álvaro Chagas de Chagas

Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, Brasil
alvarochagas@yahoo.com

Resumo

Realizou-se o zoneamento climático para o desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue, *Aedes aegypti*, no estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizadas a média e a variabilidade dos totais mensais de precipitação pluviométrica, o número médio decenal de dias com precipitação, as cartas mensais de temperatura média das médias, médias das máximas e médias das mínimas e a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas abaixo de 5°C. Foram consideradas regiões preferenciais aquelas com temperatura média entre 24 e 32°C, toleradas entre 18 e 24°C, marginais entre 5 e 18°C e acima de 32°C e inaptas abaixo de 5°C e acima de 40°C. Constatou-se que, no estado do Rio Grande do Sul, em todos os meses do ano, as condições hídricas são favoráveis ao desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue e que as disponibilidades térmicas preferenciais ocorrem nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro. As temperaturas médias preferenciais ocorrem, principalmente, nas Regiões Climáticas da Depressão Central, Alto e Baixo Vale do Uruguai e Missões; e as marginais, na Serra do Nordeste, oeste do Planalto, Serra do Sudeste e Litoral Sul.

Palavras-chave

Aedes aegypti; temperatura do ar; precipitação pluviométrica; casos autóctones

Introdução

A dengue é uma doença causada por vírus que são inoculados no corpo humano através da picada do mosquito *Aedes aegypti*. Esse mosquito é originário da África e chegou no Brasil no século XVIII com as embarcações que transportavam os escravos. Foi erradicado do país pela primeira vez em 1958, reapareceu em 1967 em São Luís (MA) e Belém (PA), sendo em seguida eliminado. Em 1976, a partir da cidade de Salvador (BA) iniciou-se a sua recolonização no Brasil: em 1977 foi encontrado no Rio de Janeiro, em 1979 em Natal (RN) e em 1981 no estado do Paraná (MARQUES 1985; NEVES et al., 1995). Já em 1985-1986 ele era encontrado em, praticamente, todos os estados brasileiros (NEVES et al., 1995).

Na Região Sul do Brasil, o Paraná foi o estado com o maior número de registros de casos de dengue. A notificação dos primeiros casos autóctones de dengue nesse estado data do ano de 1993. Desde então foram registradas importantes epidemias: 1995, 1996, 2000, 2001, 2002 e 2003 (MENDONÇA et al., 2007). No Rio Grande do Sul, até o ano de 2007, os casos de dengue eram de origem importada. Não se tinham dados que comprovassem a ocorrência de casos autóctones de dengue. Entretanto, nos meses de verão e de outono de 2007, pela primeira vez foram constatados e notificados, oficialmente, casos autóctones de dengue no estado (PUSTAI, 2007).

A larva do *A. aegypti* se desenvolve onde há água limpa, parada e calor e é encontrada, principalmente em regiões tropicais úmidas. Três condições são propícias para a ação do mosquito da dengue: temperaturas entre 25 e 29°C, chuvas intermitentes e ventos calmos. Isto está muito bem caracterizado nos resultados obtidos para o Paraná e a cidade de Curitiba (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2004; PAULA, 2002, 2005), para o município de São Sebastião (Marques et al. 2004; Ribeiro 2006) e região do Vale do Paraíba, Estado de São Paulo (GUIMARÃES et al., 2001), para a cidade de João Pessoa, Estado da Paraíba (DANTAS et al., 2007) e para o Estado do Maranhão (REBÊLO et al., 1999). As temperaturas cardinais para a larva do mosquito são inferiores a 5°C e superiores a 40°C, letais; abaixo de 18°C e acima de 32°C, inibem a sua atividade; de 24 a 28°C, ótimas para o seu desenvolvimento; e, segundo a Campanha Contra a Dengue (2007), raramente ocorre transmissão da dengue com temperaturas abaixo de 16°C. As temperaturas ótimas para a sua proliferação são em torno de 30 a 32°C e a sua transmissão ocorre, preferencialmente, com temperaturas acima de 20°C. Como se constata, os elementos climáticos, sobretudo a temperatura e a umidade, são condicionantes do desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue nos casos autóctones dessa doença (FIOCRUZ, 2002).

Segundo Sirlei Famer, epidemiologista da Fundação Nacional de Saúde, o mosquito, na fase alada, não suporta o frio do inverno do Estado do Rio Grande do Sul, mesmo assim, fica hibernando onde encontra condições favoráveis de sobrevivência, até o próximo ciclo de calor, podendo resistir até 500 dias. Assim, existe a

possibilidade de transmissão da dengue até nas regiões mais frias do estado (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA, 2007).

Tendo em vista as exigências térmicas do *A. aegypti* e, ainda, que no ano de 2007, pela primeira vez tenham ocorrido casos autóctones de dengue no Rio Grande do Sul (PUSTAI, 2007), pode-se inferir que esse inseto, nos meses mais quentes do ano encontra, no estado, condições ambientais propícias ao seu desenvolvimento. Assim, é muito importante delimitar as regiões geográficas do estado com diferentes disponibilidades climáticas de acordo com as exigências bioclimáticas da larva desse mosquito. Neste sentido, o objetivo, no presente trabalho, foi zonear as regiões segundo as disponibilidades hídricas e térmicas para o desenvolvimento dessa larva no espaço geográfico do Rio Grande do Sul.

Materiais e métodos

A quantificação temporal das disponibilidades hídricas para o desenvolvimento do mosquito transmissor do vírus da dengue, *A. aegypti*, no Estado do Rio Grande do Sul foi realizada utilizando-se as médias e a variabilidade dos totais mensais de precipitação pluviométrica de 47 estações meteorológicas (BURIOL et al., comun. pess.) e o número médio decenal de dias com precipitação de 41 estações (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989) e a sua distribuição espacial por meio das cartas das médias dos totais mensais da precipitação pluviométrica publicadas em Buriol et al. (1977). A delimitação das áreas geográficas com diferentes aptidões térmicas para o desenvolvimento da larva do mosquito foi baseada nas temperaturas cardinais de seu crescimento (FIOCRUZ, 2002). Considerou-se zona preferencial a área geográfica com temperatura entre 24 e 32°C, tolerada entre 18 e 24°C, marginal entre 5 e 18°C e entre 32 e 40°C, e inapta abaixo de 5°C e acima de 40°C. Como base cartográfica para a delimitação das diferentes áreas com aptidões térmicas foram utilizadas as cartas mensais da média das temperaturas médias do Estado do Rio Grande do Sul (BURIOL et al., 1979). Utilizou-se também a amplitude térmica diária considerando que, em épocas do ano como na primavera e no verão, ocorrem períodos ao longo do dia em que as temperaturas são ótimas para o desenvolvimento da larva do *A. aegypti* e as temperaturas mínimas não são letais. Para isto foram utilizadas as cartas mensais da média das temperaturas máximas e mínimas (BURIOL et al., 1979), considerando as médias das máximas, como a expressão da variação térmica do período diurno e as médias das mínimas, do período noturno.

Para a caracterização das temperaturas letais inferiores a 5°C foram calculadas as probabilidades de ocorrência de temperaturas menores ou iguais a 5°C. Para isso foram utilizadas as médias e os desvios padrão das temperaturas mínimas absolutas do ar dos seis meses mais frios do ano de 42 estações meteorológicas do Estado, do período de observações 1912-1973 (ESTEFANEL et al., 1978). As temperaturas letais superiores a 40°C não foram consideradas em função de que, no Estado,

sua ocorrência é pouco freqüente. Os mapas foram adaptados de Buriol et al. (1979), usando o programa CorelDRAW.

Resultados e discussão

A precipitação pluviométrica no Estado do Rio Grande do Sul, (Figura 1) é bem distribuída ao longo dos doze meses do ano e varia de, aproximadamente, 50 mm a 250 mm. Constata-se apenas uma pequena diminuição de precipitação no final da primavera e no verão. Tomando-se como referência a latitude de 30°S, na parte norte do estado, em todos os meses do ano a precipitação pluviométrica é mais elevada do que na parte sul. Isto é função, principalmente, da maior altitude nessa parte do estado. Mas, tanto ao norte como ao sul da latitude de 30°S é nas partes de maior altitude onde ocorrem as médias mais elevadas dos totais mensais de precipitação pluviométrica. Assim, ao norte da latitude de 30°S, é na Região Climática da Serra do Nordeste e nas partes de maiores altitudes do Planalto e Missões onde ocorrem os valores médios mais elevados e, ao sul de 30°S, é na Serra do Sudeste. Nos meses de inverno, os menores totais médios são encontrados no Baixo Vale do Uruguai e aumentam para o norte, nordeste e leste do estado. Nos meses de primavera, verão e outono, os menores totais médios são observados no Litoral Sul, aumentando para o norte e noroeste do estado.

Os valores médios do número de dias de chuva mensais variam de 5 a 13 e aqueles decendiais, de 1 a 5, (Tabela 1; Instituto de Pesquisas Agronômicas 1989). Isto indica que o número médio de dias com precipitação pluviométrica é bem distribuído, tanto ao longo dos doze meses do ano, como ao longo de cada mês.

Pelas médias dos totais mensais de precipitação pluviométrica (Figura 1), e pela distribuição do número médio mensal de dias com chuvas (Tabela 1), infere-se que, em todos os meses do ano, existem condições favoráveis ao acúmulo de água em locais expostos, onde a larva do mosquito tem condições de se desenvolver. Entretanto, principalmente com os totais mensais de precipitação pluviométrica, em um ou mais meses do ano podem ocorrer variações significativas, e os valores serem próximos de 0 mm ou, então, bem superiores à média dos totais mensais. Isto pode ser constatado pelos dados da distribuição geográfica mensal dos coeficientes de variação, que variam de 52,9%, em setembro, a 70,5%, em janeiro (BURIOL et al., 2008). Assim, em função da variabilidade da precipitação pluviométrica, podem ocorrer deficiências hídricas, principalmente nos meses mais quentes do ano (ÁVILA, 1994; ÁVILA et al., 1996). Somente nesses períodos, as condições climáticas para o desenvolvimento do *A. aegypti*, em condições naturais, são desfavoráveis por falta de locais com disponibilidades hídricas.

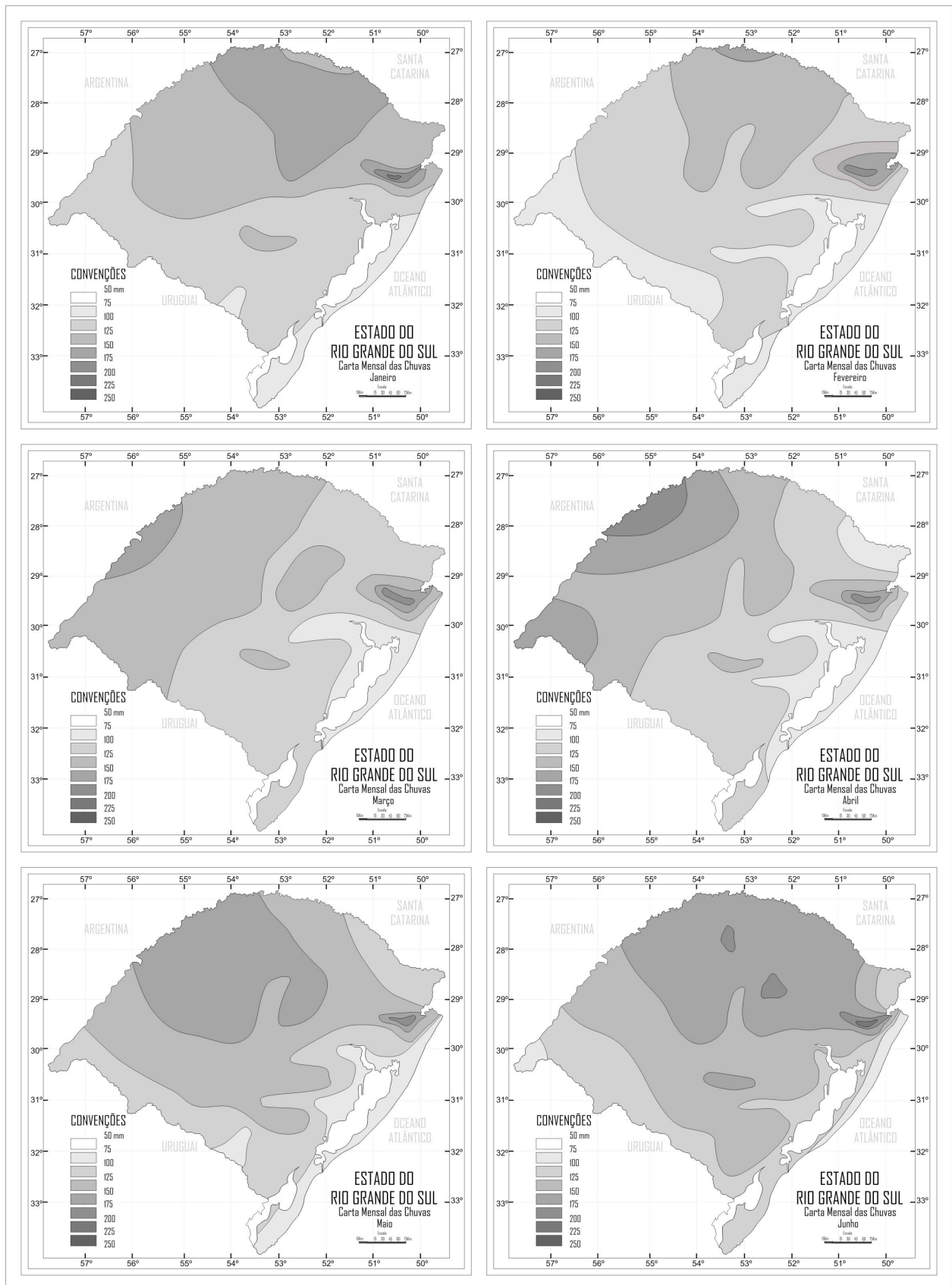
As disponibilidades térmicas preferenciais para o desenvolvimento da larva do mosquito da dengue no estado, considerando os valores de temperatura média das médias mensais ocorrem somente nos três meses mais quentes do ano: janeiro, fevereiro e dezembro. Em janeiro e fevereiro ocorrem disponibilidades térmicas dentro dos

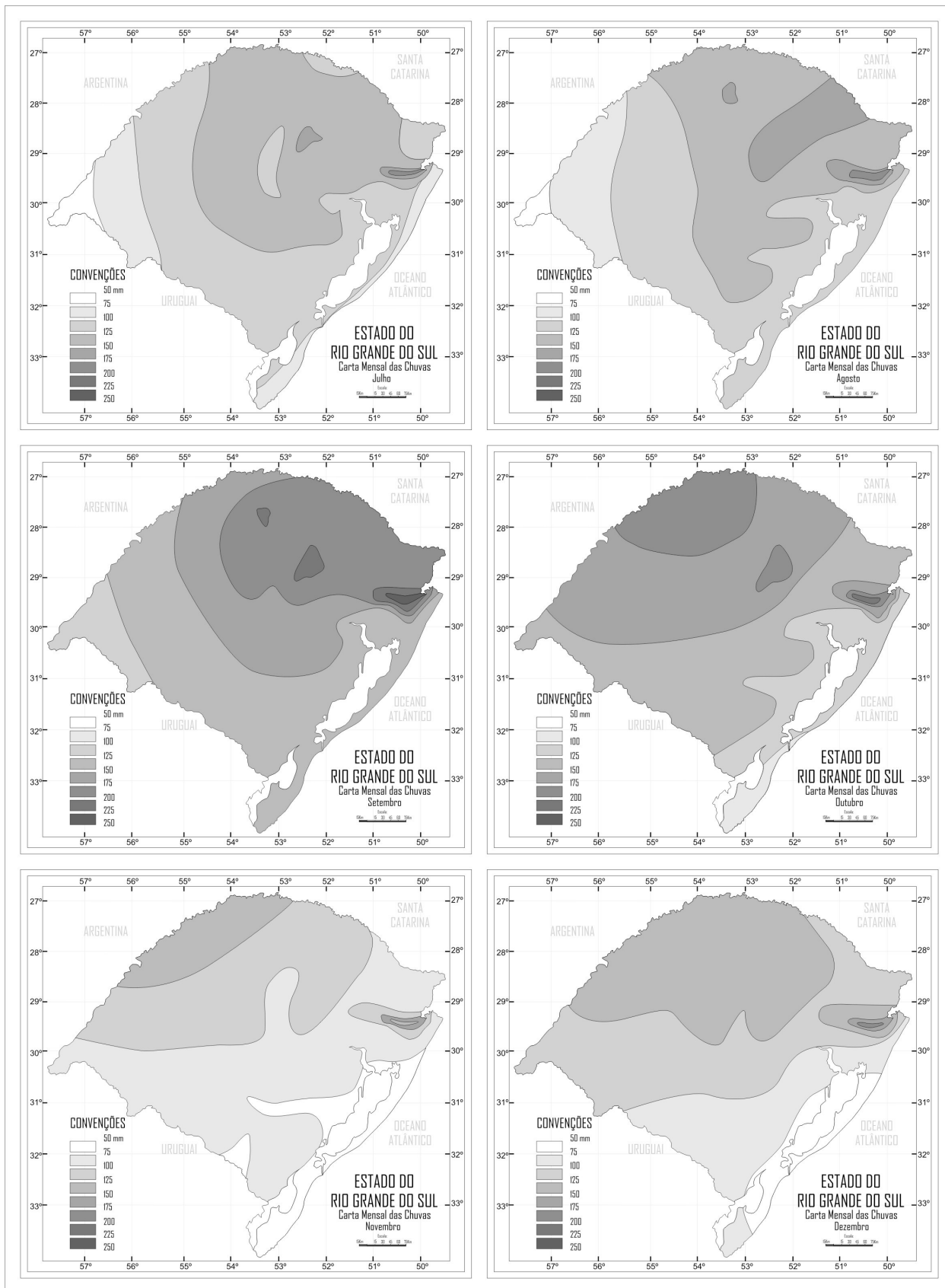
limites preferenciais e tolerados e em dezembro, preferenciais, tolerados e marginais. As melhores disponibilidades térmicas ocorrem nas Regiões Climáticas da Depressão Central, do Alto e Baixo Vale do Uruguai e na parte oeste das Missões, em função, principalmente, da baixa altitude e da continentalidade. As maiores limitações térmicas são observadas na Serra do Nordeste, no extremo leste do Planalto e na Serra do Sudeste, em função da maior altitude e, ainda, na parte sul do Litoral, em função da latitude. Nos meses de março, abril, setembro, outubro e novembro, as condições são toleradas nas regiões mais quentes e marginais nas mais frias e nos meses de maio, junho, julho e agosto, marginais em todo o Estado. Na Figura 2 tem-se a representação da distribuição geográfica da temperatura média no estado para os meses de janeiro e fevereiro, quando as disponibilidades térmicas são preferenciais e toleradas, para os meses de março, abril, setembro, outubro e novembro, quando são toleradas e marginais e para o mês de dezembro, quando são preferenciais, toleradas e marginais.

Pela distribuição geográfica da média mensal das temperaturas máximas, constata-se que, nos meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro, na maior parte da área do estado, as condições térmicas para o desenvolvimento do mosquito transmissor do vírus da dengue são preferenciais (Figura 3). Observa-se que, nos meses de janeiro, fevereiro e dezembro, em partes das regiões onde, pela média das temperaturas médias mensais (Figura 2), as disponibilidades térmicas encontram-se dentro dos limites da zona preferencial, os valores da média das temperaturas máximas são superiores a 32°C, condições consideradas marginais; no mês de março em quase todo o território estadual as condições são preferenciais; no mês de abril a zona preferencial constitui-se em um pouco mais da metade do estado e no mês de maio em apenas uma área reduzida na Região do Vale do Uruguai; nos meses inverniais (junho, julho e agosto) não ocorrem condições preferências; no mês de setembro temperaturas preferenciais ocorrem numa área restrita da região do Vale do Uruguai e no mês de outubro, em quase toda a metade oeste do estado e na Depressão Central.

Nos resultados da Figura 4 observa-se que nos meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro, nas regiões mais quentes do estado, as condições de temperatura média das mínimas mensais para o desenvolvimento da larva do mosquito transmissor são toleradas e no restante do estado, marginais. Nos outros meses do ano, em todo o território do estado a média das mínimas permanece entre 5 e 18°C, condições marginais.

Com as temperaturas mínimas absolutas os resultados são contrários a aqueles obtidos com a temperatura média das médias, média das máximas e média das mínimas. Considerando a probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas mensais (Tabela 2), observa-se que, em todas as estações meteorológicas utilizadas, nos três meses mais frios do ano, é alta (igual ou maior que 90%) a probabilidade de ocorrência de valores inferiores ou iguais a 5°C, letais para a larva *A.*





Fonte: Buriol et al. (1977)

Figura 1 – Cartas da distribuição geográfica da média dos totais mensais de precipitação pluviométrica no Estado do Rio Grande do Sul, para os doze meses do ano, médias do período 1912-1978.

Tabela 1 - Número médio de dias de chuva por decêndio no estado Rio Grande do Sul com base no período 1945 – 1974

| Mês | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Decêndio | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 | 1 2 3 |
| Alegrete | 3 3 3 | 3 2 2 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 2 3 | 4 3 3 | 4 4 3 | 3 3 4 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 3 |
| Bagé | 2 2 2 | 3 3 2 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 3 | 2 2 3 | 3 3 3 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Bento Gonçalves | 4 3 4 | 3 4 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 4 4 4 | 3 2 3 | 3 3 3 |
| Bom Jesus | 4 5 4 | 4 4 3 | 3 4 3 | 4 3 4 | 2 3 3 | 3 3 3 | 4 3 3 | 4 3 4 | 3 4 5 | 4 4 4 | 3 3 3 | 4 3 4 |
| Caçapava do Sul | 3 2 2 | 3 3 2 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 2 | 3 2 2 | 3 3 4 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Cachoeira do Sul | 3 3 3 | 3 3 2 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 2 | 3 2 2 | 4 3 3 | 3 3 2 | 2 2 2 | 3 2 2 |
| Caxias do Sul | 4 3 4 | 4 5 3 | 3 3 3 | 4 3 2 | 2 3 3 | 3 3 2 | 3 3 3 | 3 3 4 | 4 4 4 | 4 3 4 | 3 3 3 | 3 3 4 |
| Cruz Alta | 3 3 3 | 3 3 2 | 2 3 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 2 3 | 2 2 3 | 3 4 3 | 3 3 3 | 2 2 3 | 2 2 3 |
| Dom Pedrito | 3 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 3 2 2 | 2 2 2 | 3 3 3 | 3 2 2 | 3 2 2 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Guaporé | 4 4 4 | 3 4 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 3 2 3 | 2 3 3 | 3 3 3 | 3 4 3 | 4 4 3 | 3 3 3 | 2 3 3 |
| Iraí | 4 3 4 | 3 4 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 2 3 | 2 2 3 | 3 3 4 | 3 3 4 | 2 2 2 | 3 3 3 |
| Itaqui | 2 2 2 | 2 2 1 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 3 2 3 | 2 3 2 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Jaguarão | 3 2 2 | 3 3 2 | 3 3 3 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 3 3 | 3 3 3 | 3 2 3 | 2 2 3 | 3 3 3 | 3 2 3 | 2 2 2 |
| Lagoa Vermelha | 4 3 6 | 4 4 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 3 2 | 2 2 3 | 3 3 3 | 3 2 3 | 3 3 4 | 4 4 4 | 3 3 4 | 3 2 3 |
| Marcelino Ramos | 4 3 4 | 4 4 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 2 3 | 2 3 2 | 2 2 2 | 3 3 4 | 4 3 3 | 4 3 2 | 2 3 3 |
| Mostardas | 3 2 3 | 2 3 2 | 2 2 3 | 3 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 3 | 3 2 2 | 4 3 4 | 3 2 2 | 3 2 1 | 2 2 2 |
| Palmeira das Missões | 3 3 3 | 3 3 4 | 3 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 3 | 3 3 2 | 3 3 2 | 3 3 4 | 4 3 3 | 3 3 2 | 2 3 3 |
| Passo Fundo | 4 3 4 | 3 4 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 3 3 | 2 3 3 | 3 3 4 | 3 4 4 | 4 3 3 | 3 3 2 | 2 3 3 |
| Pelotas | 3 2 3 | 3 3 2 | 2 3 3 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 3 | 3 3 2 | 3 4 3 | 4 3 3 | 2 3 2 | 2 2 3 |
| Piratini | 3 2 3 | 3 3 2 | 2 3 3 | 3 3 2 | 2 2 2 | 3 3 3 | 3 3 3 | 3 2 3 | 2 2 3 | 3 4 3 | 3 3 3 | 2 2 2 |
| Porto Alegre | 3 3 3 | 3 3 2 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 3 3 3 | 3 3 3 | 3 2 4 | 4 3 3 | 3 3 3 | 3 3 2 | 2 2 2 |
| Rio Grande | 3 2 2 | 3 3 2 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 3 | 3 2 2 | 3 3 3 | 3 3 2 | 3 2 2 | 2 2 2 |
| Santa Cruz do Sul | 3 3 3 | 3 3 2 | 2 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 3 3 | 2 3 2 | 2 4 3 | 4 3 4 | 3 3 3 | 2 2 2 | 3 2 2 |
| Sta do Livramento | 2 2 2 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 1 | 2 2 2 | 3 2 2 | 2 2 2 | 2 3 3 | 4 4 3 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Santa Maria | 3 2 3 | 3 3 2 | 2 2 3 | 3 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 2 | 3 2 3 | 4 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 3 2 3 |
| Santa Rosa | 4 3 3 | 3 3 2 | 2 2 3 | 3 2 2 | 2 2 3 | 2 2 3 | 2 3 2 | 2 2 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 3 3 2 |
| Santa Vitória Palmar | 3 2 2 | 3 2 2 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Santiago | 3 3 2 | 3 2 1 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 3 | 2 3 2 | 2 2 3 | 3 3 4 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Santo Ângelo | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 3 | 2 3 2 | 3 2 2 | 3 3 4 | 3 3 3 | 2 2 2 | 3 2 2 |
| São Borja | 3 2 2 | 3 2 2 | 2 2 3 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 3 3 | 2 3 2 | 2 1 2 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| São Fco de Paula | 3 4 5 | 5 5 3 | 4 3 4 | 4 4 4 | 3 3 4 | 3 3 4 | 4 3 2 | 4 3 3 | 4 4 5 | 4 4 4 | 3 3 4 | 3 3 3 |
| São Gabriel | 3 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 3 | 3 2 3 | 2 2 3 | 3 3 4 | 3 3 3 | 2 1 2 | 3 2 2 |
| São Luiz Gonzaga | 3 3 3 | 4 3 2 | 2 2 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 3 3 3 | 2 3 2 | 3 2 2 | 3 3 4 | 3 3 3 | 2 2 2 | 3 2 2 |
| Soledade | 4 4 3 | 3 4 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 3 2 2 | 2 3 2 | 3 3 2 | 3 3 3 | 3 3 4 | 4 3 4 | 3 3 2 | 2 3 3 |
| Tapes | 3 2 3 | 3 3 2 | 3 3 3 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 3 2 | 3 3 3 | 3 2 2 | 4 3 3 | 3 3 2 | 2 3 2 | 2 2 2 |
| Taquara | 3 3 3 | 3 4 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 3 2 | 3 3 3 | 3 3 2 | 3 3 3 | 4 4 4 | 4 3 3 | 2 3 3 | 3 2 2 |
| Taquari | 3 3 3 | 3 4 3 | 2 2 3 | 3 3 2 | 2 3 2 | 3 3 3 | 3 2 3 | 2 2 3 | 3 3 4 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Torres | 3 3 4 | 4 5 4 | 4 5 4 | 3 3 3 | 2 3 3 | 4 3 2 | 3 3 2 | 4 3 3 | 4 3 4 | 3 4 3 | 3 3 2 | 3 3 3 |
| Uruguaiana | 3 2 2 | 3 2 1 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 1 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 2 | 2 2 3 | 3 3 2 | 2 2 2 | 2 2 2 |
| Vacaria | 3 3 4 | 3 4 2 | 3 3 3 | 3 2 2 | 2 2 2 | 2 3 3 | 2 3 2 | 3 3 3 | 4 3 3 | 4 3 3 | 2 2 2 | 3 3 3 |
| Viamão | 2 2 3 | 3 3 3 | 3 3 3 | 2 3 2 | 2 2 3 | 3 3 3 | 2 3 3 | 2 1 3 | 3 3 4 | 3 4 2 | 1 2 3 | 2 2 2 |

Fonte: Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989).

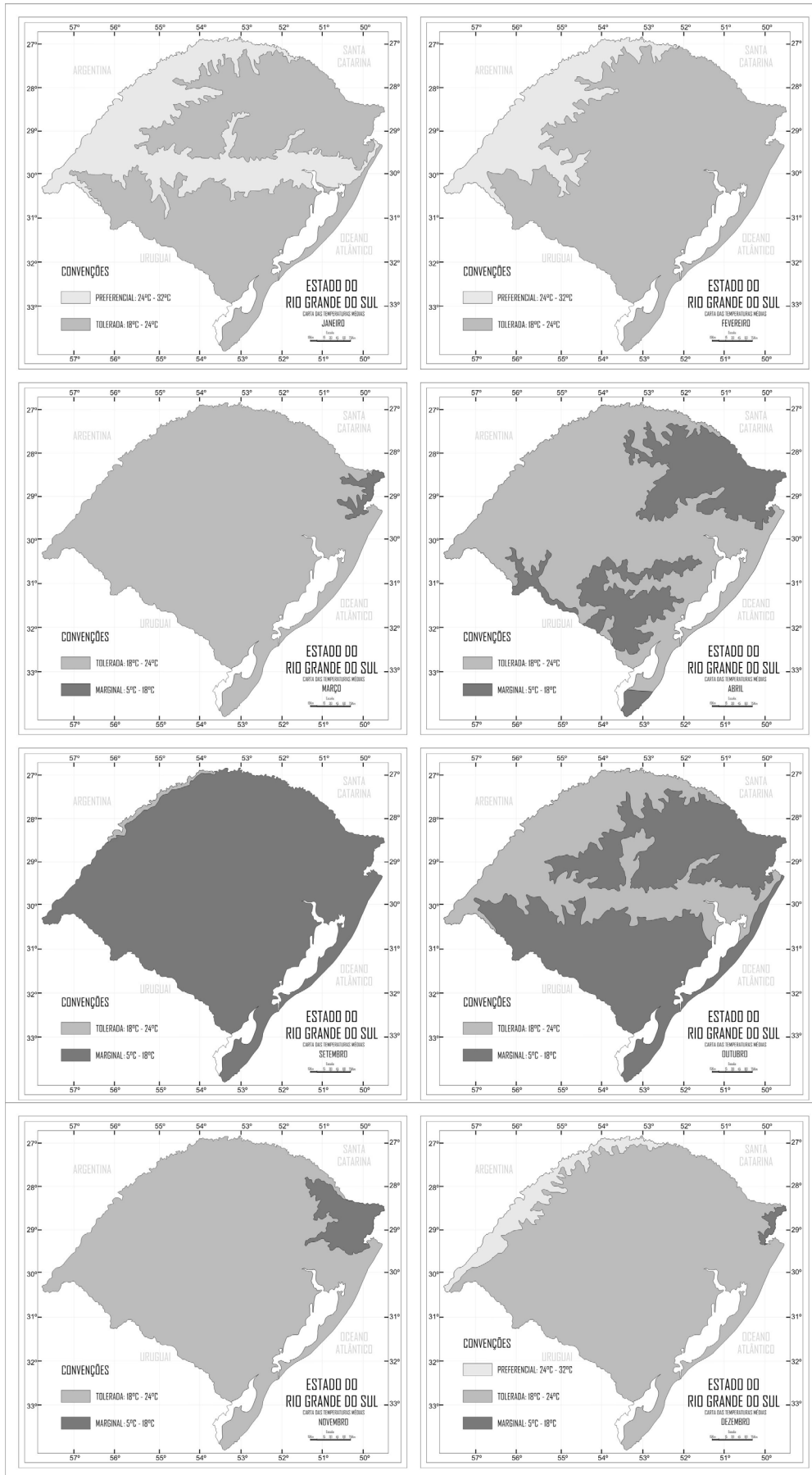
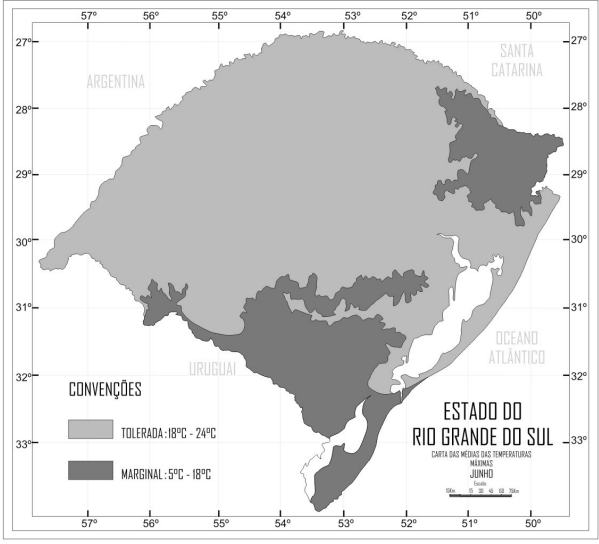
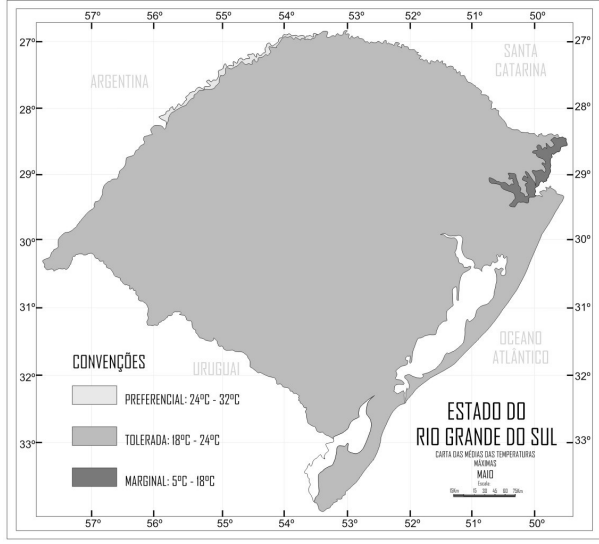
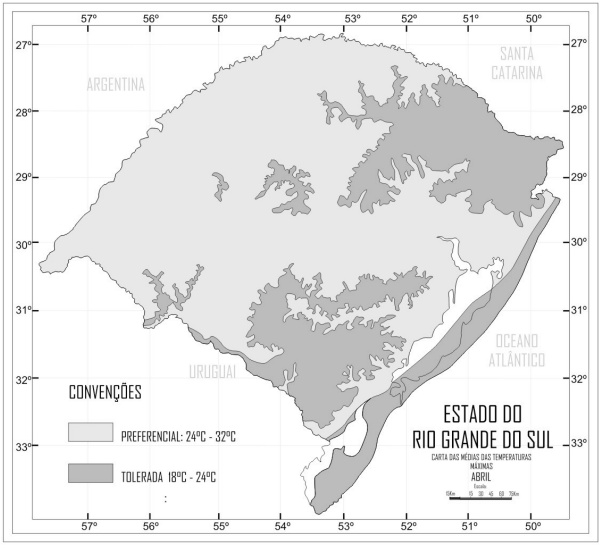
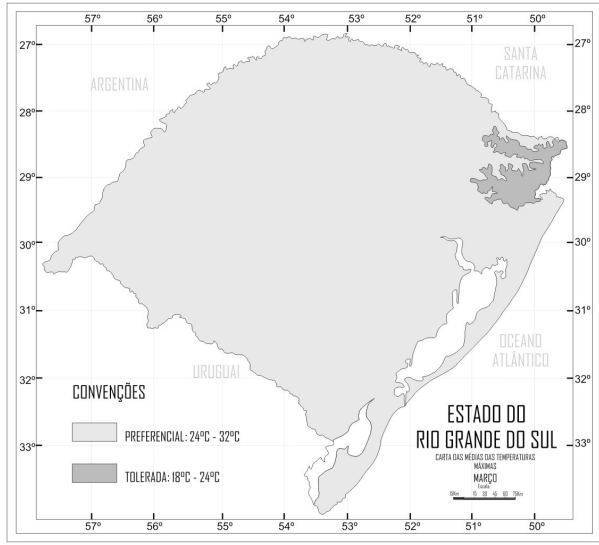
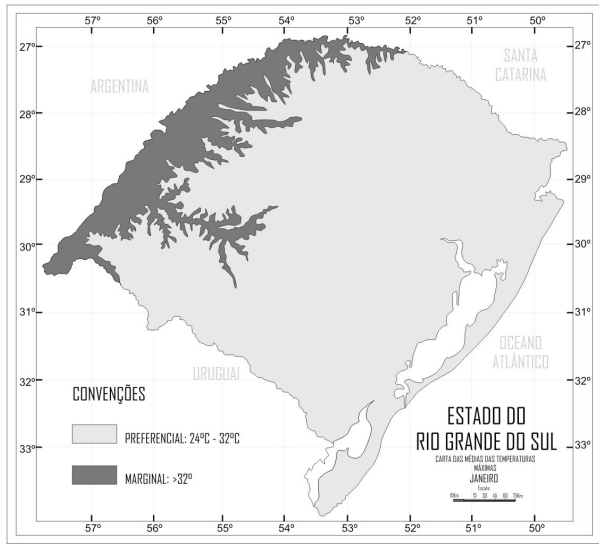


Figura 2 - Zoneamento para o desenvolvimento da larva do mosquito da dengue no Estado do Rio Grande do Sul para os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, setembro, outubro, novembro e dezembro, em função da média das temperaturas médias.



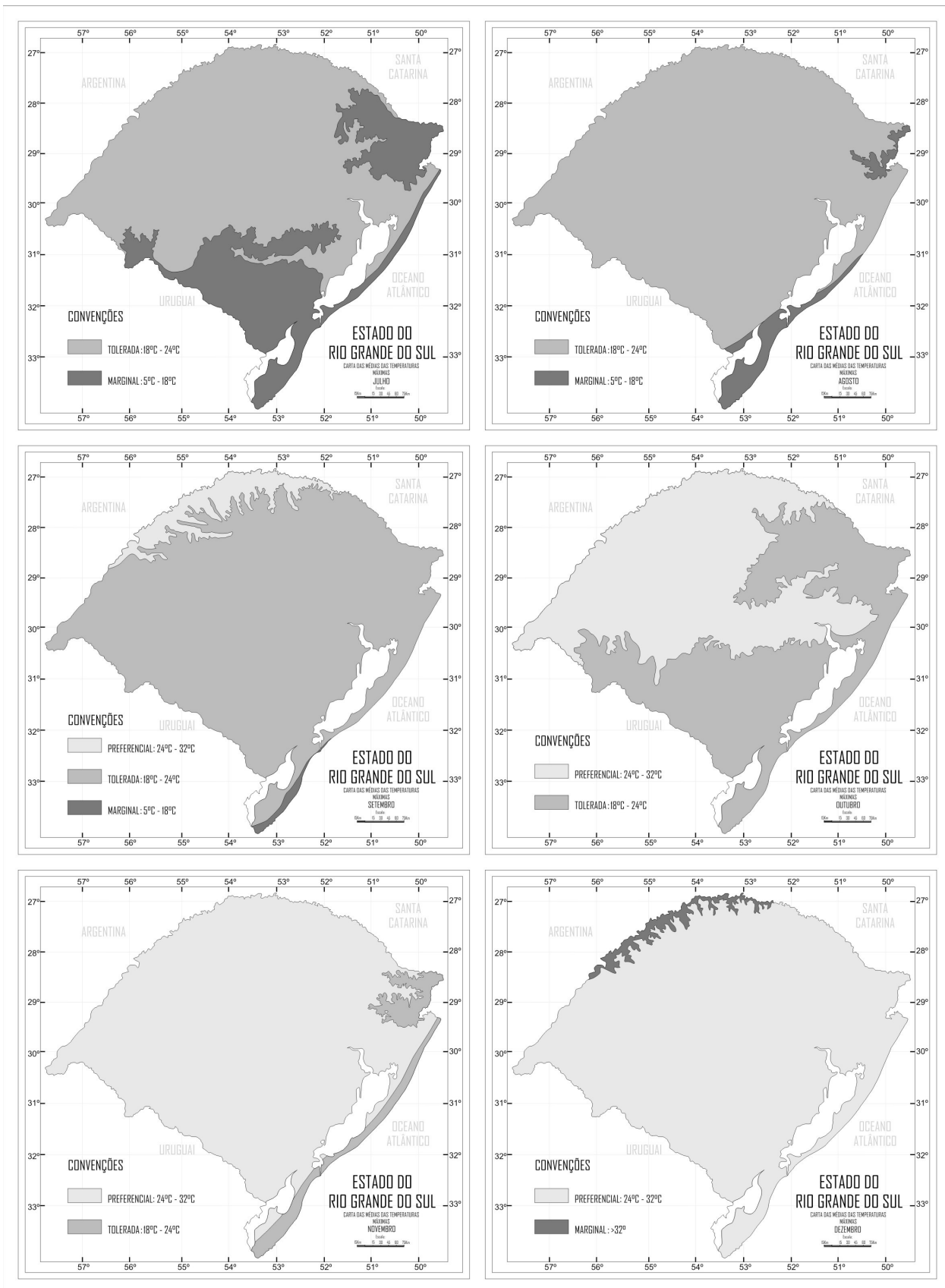


Figura 3 - Zonamento para o desenvolvimento da larva do mosquito da dengue no Estado do Rio Grande do Sul para os doze meses do ano, em função da média das temperaturas máximas.

Tabela 2 - Probabilidade de que a temperatura mínima absoluta medida no abrigo meteorológico seja menor ou igual a 5°C [p(x ≤ 5,0)]

| Estações | Abril | Maió | Junho | Julho | Agosto | Setembro | Outubro | Ano |
|---------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|----------------|------------|
| Região Continental | | | | | | | | |
| Irai | 0,441 | 0,815 | 0,935 | 0,981 | 0,965 | 0,814 | 0,641 | 1,000 |
| Marcelino Ramos | 0,205 | 0,682 | 0,878 | 0,969 | 0,911 | 0,606 | 0,259 | 1,000 |
| Santa Rosa | 0,338 | 0,826 | 0,945 | 0,983 | 0,980 | 0,686 | 0,432 | 1,000 |
| Palmeira das Missões | 0,273 | 0,793 | 0,957 | 0,959 | 0,974 | 0,777 | 0,479 | 1,000 |
| Passo Fundo | 0,319 | 0,814 | 0,952 | 0,955 | 0,951 | 0,778 | 0,478 | 1,000 |
| Santo Ângelo | 0,316 | 0,830 | 0,960 | 0,991 | 0,978 | 0,737 | 0,444 | 1,000 |
| Lagoa Vermelha | 0,612 | 0,926 | 0,981 | 0,993 | 0,989 | 0,893 | 0,789 | 1,000 |
| São Luiz Gonzaga | 0,124 | 0,627 | 0,908 | 0,927 | 0,941 | 0,619 | 0,274 | 1,000 |
| Vacaria | 0,821 | 0,957 | 0,993 | 0,996 | 0,999 | 0,952 | 0,949 | 1,000 |
| Cruz Alta | 0,246 | 0,767 | 0,960 | 0,975 | 0,983 | 0,760 | 0,479 | 1,000 |
| São Borja | 0,111 | 0,579 | 0,903 | 0,912 | 0,908 | 0,500 | 0,140 | 0,998 |
| Guaporé | 0,589 | 0,949 | 0,985 | 0,995 | 0,992 | 0,915 | 0,789 | 1,000 |
| Soledade | 0,452 | 0,897 | 0,980 | 0,970 | 0,986 | 0,904 | 0,746 | 1,000 |
| Itaqui | 0,124 | 0,708 | 0,860 | 0,935 | 0,914 | 0,539 | 0,189 | 0,999 |
| Bento Gonçalves | 0,545 | 0,920 | 0,974 | 0,993 | 0,993 | 0,880 | 0,715 | 1,000 |
| Caxias do Sul | 0,482 | 0,895 | 0,973 | 0,985 | 0,996 | 0,912 | 0,792 | 1,000 |
| Santiago | 0,249 | 0,802 | 0,987 | 0,994 | 0,988 | 0,829 | 0,479 | 1,000 |
| Júlio de Castilhos | 0,316 | 0,846 | 0,979 | 0,992 | 0,996 | 0,923 | 0,665 | 1,000 |
| São Francisco de Paula | 0,771 | 0,966 | 0,995 | 0,996 | 0,997 | 0,988 | 0,958 | 1,000 |
| Santa Maria | 0,137 | 0,684 | 0,939 | 0,956 | 0,956 | 0,604 | 0,240 | 1,000 |
| Santa Cruz do Sul | 0,246 | 0,786 | 0,935 | 0,975 | 0,976 | 0,743 | 0,333 | 1,000 |
| Taquara | 0,184 | 0,716 | 0,913 | 0,987 | 0,891 | 0,557 | 0,221 | 1,000 |
| Uruguaiana | 0,096 | 0,561 | 0,922 | 0,951 | 0,950 | 0,637 | 0,200 | 1,000 |
| Alegrete | 0,333 | 0,769 | 0,952 | 0,979 | 0,961 | 0,793 | 0,384 | 1,000 |
| Taquari | 0,113 | 0,641 | 0,900 | 0,940 | 0,894 | 0,480 | 0,112 | 1,000 |
| Porto Alegre | 0,021 | 0,386 | 0,738 | 0,853 | 0,741 | 0,316 | 0,048 | 1,000 |
| Cachoeira do Sul | 0,124 | 0,653 | 0,897 | 0,946 | 0,920 | 0,598 | 0,229 | 1,000 |
| Viamão | 0,113 | 0,653 | 0,799 | 0,984 | 0,921 | 0,548 | 0,260 | 1,000 |
| São Gabriel | 0,345 | 0,829 | 0,963 | 0,986 | 0,987 | 0,837 | 0,457 | 1,000 |
| Caçapava do Sul | 0,266 | 0,779 | 0,976 | 0,989 | 0,986 | 0,915 | 0,685 | 1,000 |
| Encruzilhada do Sul | 0,210 | 0,726 | 0,961 | 0,971 | 0,987 | 0,870 | 0,605 | 1,000 |
| Santana do Livramento | 0,374 | 0,886 | 0,992 | 0,990 | 0,990 | 0,842 | 0,639 | 1,000 |
| Dom Pedrito | 0,595 | 0,931 | 0,985 | 0,985 | 0,996 | 0,953 | 0,717 | 1,000 |
| Bagé | 0,301 | 0,815 | 0,964 | 0,988 | 0,997 | 0,900 | 0,638 | 1,000 |
| Piratini | 0,392 | 0,812 | 0,981 | 0,998 | 0,991 | 0,952 | 0,799 | 1,000 |
| Região Litorânea | | | | | | | | |
| Torres | 0,003 | 0,238 | 0,500 | 0,681 | 0,521 | 0,230 | 0,027 | 0,967 |
| Tapes | 0,092 | 0,485 | 0,854 | 0,932 | 0,822 | 0,460 | 0,193 | 0,999 |
| Pelotas | 0,198 | 0,840 | 0,969 | 0,961 | 0,971 | 0,806 | 0,439 | 1,000 |
| Rio Grande (cidade) | 0,003 | 0,258 | 0,683 | 0,724 | 0,543 | 0,200 | 0,046 | 0,965 |
| Rio Grande (barra) | 0,004 | 0,195 | 0,572 | 0,702 | 0,564 | 0,138 | 0,011 | 0,929 |
| Jaguarão | 0,224 | 0,882 | 0,984 | 0,988 | 0,990 | 0,883 | 0,523 | 1,000 |
| Santa Vitória do Palmar | 0,169 | 0,765 | 0,954 | 0,954 | 0,970 | 0,877 | 0,500 | 0,999 |

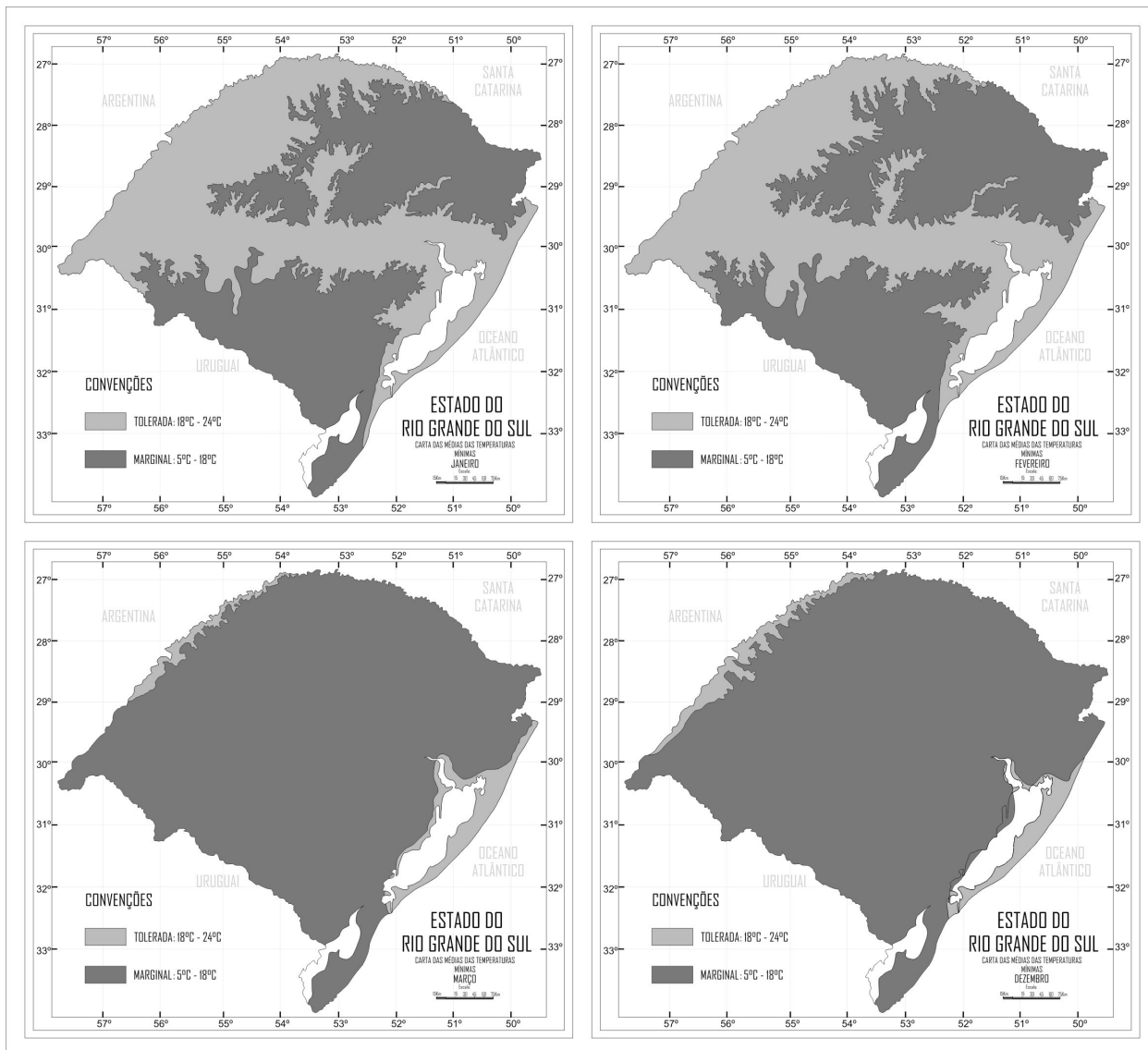


Figura 4 - Zoneamento para o desenvolvimento da larva do mosquito da dengue no Estado do Rio Grande do Sul para os meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro, em função da média das temperaturas mínimas.

aegypti. No ano essa probabilidade é 100%, com exceção de São Borja, de Itaqui e de algumas estações litorâneas. Assim, percebe-se que, em condições naturais e expostas tais como aquelas das estações meteorológicas onde são registrados os valores das temperaturas, em todos os anos e, em todas as regiões do estado, a larva desse inseto não tem condições de sobrevivência. Sua sobrevivência somente pode ocorrer em ambientes protegidos.

Pelos resultados obtidos com as disponibilidades térmicas, as condições de temperatura média das médias (Figura 2), são favoráveis ao desenvolvimento da larva do mosquito nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro nas Regiões da Depressão Central, Alto e Baixo Vale do Uruguai e oeste das Missões e, nos outros meses do ano e no restante do estado, toleradas e marginais; pela

temperatura média das máximas (Figura 3), tomando-a como a expressão da variação da temperatura diurna, as condições são favoráveis no período mais quente do ano, prolongando-se por um número maior de meses do que no caso da temperatura média das médias e abrangendo uma área mais extensa do estado, sendo, no restante dos meses, toleradas e marginais; e pela temperatura média das mínimas (Figura 4), considerando-a como a expressão da variação da temperatura noturna, condições toleradas e marginais nos meses de janeiro, fevereiro, março e dezembro e marginais no restante dos meses do ano. Dessa forma, tanto os valores de temperatura média das máximas como das mínimas não atingem valores letais para a larva do *A. aegypti*. Entretanto, considerando as temperaturas mínimas absolutas dos três meses mais frios do ano, em todos os

anos e, em todas as regiões do estado existe probabilidade de ocorrer temperaturas mínimas absolutas inferiores ou iguais a 5°C, letais para a larva desse inseto.

Conclusões

No Estado do Rio Grande do Sul as disponibilidades hídricas para o desenvolvimento da larva do mosquito transmissor do vírus da dengue são favoráveis ao longo dos doze meses do ano e em todo o seu território. As condições térmicas favoráveis ocorrem nos meses mais quentes do ano e nas regiões onde as condições geográficas são mais favoráveis ao condicionamento de temperaturas elevadas como nas Regiões Climáticas do Alto e Baixo Vale do Uruguai, Depressão Central e Missões. Considerando os valores de temperatura média das médias, média das máximas e média das mínimas mensais, em nenhum mês do ano e em nenhuma área geográfica do estado ocorrem temperaturas letais. Entretanto, em todos os anos e em todas as regiões do estado, nos meses mais frios do ano, é alta a probabilidade de ocorrerem temperaturas mínimas absolutas iguais ou inferiores a 5°C, consideradas letais para as larvas do *A. aegypti*, tendo, assim, condições de sobreviver somente em ambientes protegidos.

Referências bibliográficas

ÁVILA, A.M.H. Regime de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo. 1994. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ÁVILA, A.M.H. de et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, n.2, p.149-54, 1996.

BURIOL, G.A.; ESTEFANEL, V.; FERREIRA, M. Cartas mensais e anuais das chuvas do estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.7, n.1, p.55-82, 1977.

BURIOL, G.A et al. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.9, p.1-43, 1979. Suplemento.

CAMPANHA contra a Dengue. Disponível em: <http://www.grupodepiadas.com.br/campanhas/dengue/campanha.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2007.

DANTAS, R.T et al. Influência de variáveis meteorológicas sobre a incidência de dengue em João Pessoa – PB. **Revista Fafibe On-line**, Bebedouro, v.3, p.1-6. 2007. Disponível em: <www.fafibe.br/revistaonline>. Acesso em: 26 dez. 2007.

ESTEFANEL, V. et al. Variabilidade e probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas absolutas do ar no

estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro Ciências Rurais**, Santa Maria, v.8,n.4, p.363-84, 1978.

FIOCRUZ. O *Aedes aegypti* e a transmissão da dengue. Súmula, Rio de Janeiro, v.87, p.4, 2002.

GUIMARÃES, A.E. et al. Ecologia de mosquitos em áreas do Parque Nacional da Serra da Bocaina: II Frequência mensal e fatores climáticos. **Revista de Saúde Pública**, v.35, n.4, p.392-399, 2001.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Observações meteorológicas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1979. 271p. (Boletim Técnico n.3

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. **Atlas agroclimático do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1989. v.1. 102p.

KUINCHTNER, A.; SIMÕES, J.C.; BURIOL, G.A. Variação da temperatura do ar na região do planalto meridional-riograndense em função do aquecimento global. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v.15, n.3, p.232-240, 2007.

MARQUES, A.C. Sobre a viabilidade atual de erradicação do *Aedes aegypti* no controle da febre amarela no Brasil. **Revista Brasileira de Malariologia e Doenças Tropicais**, Rio de Janeiro, 1985, v.37, p.37-46, 1985.

MARQUES, G.R.A.M. et al. Epidemiologia da dengue em São Sebastião, litoral norte, São Paulo, Brasil, 2001-2002. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.71 p.1-749, 2004. Suplemento.

MENDONÇA, F.; PAULA, S.V. de. Análise geográfica da dengue no Paraná e em Curitiba no período 1995-2002: um enfoque climatológico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5., 2002, Curitiba. CD-ROM.

MENDONÇA, F.; PAULA, S.V. de; OLIVEIRA, M.M.F. de. Aspectos sócio-ambientais da expansão da dengue no Paraná. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/gt12/anpas_dengue.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2007.

NEVES, D.P. et al. Culicídeos. In: NEVES, D.P. (Org.). **Parasitologia humana**. São Paulo: Editora Atheneu, 1995. 397p.

OLIVEIRA, M.M.F. de. A dengue em Curitiba/PR: uma abordagem climatológica do episódio de março/abril-2002. **RA'E GA. O Espaço Geográfico em Análise**, v.8, p.45-54, 2004.


PAULA, E.V. de. Evolução espaço temporal da dengue e variação termo-pluviométrica no Paraná: uma abordagem geográfica. **RA'E GA. O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba. v.10, p.33-48, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DE PAULA. São Francisco defende-se contra a dengue. São

Francisco de Paula, 2007. Disponível em: <http://www.saofranciscodepaula.rs.gov.br/noticias/noticias_dengue.htm>. Acesso em: 18 out. 2007.

PUSTAI, A.K. Dengue, alerta máximo em Porto Alegre: evitando a transmissão autóctone. **Boletim Epidemiológico**, Porto Alegre, v.9, n.33, p.1-3, 2005.

REBÊLO, J.M.M. et al. Distribuição de *Aedes aegypti* e do dengue no estado do Maranhão, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v.15, n.3, p.477-486, 1999.

RIBEIRO, A.F. et al. Associação entre incidência de dengue e variáveis climáticas. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v.40, n.4, p.671-676, 2006. 

Sobre os autores

Galileo Adeli Buriol

Graduado em Engenharia Agrônômica (1966), mestrado em Biodinâmica e Produtividade do Solo (1977) pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Doutorado de Engenieur (1981) e de Estado (1983) em Fisiologia Vegetal, área de Bioclimatologia Vegetal, pela Universidade de Paris VII, França. É professor aposentado do Centro de Ciências Rurais da UFSM, onde lecionou Climatologia e Ecologia Agrícolas nos cursos de graduação em Agronomia e Engenharia Florestal e Agrometeorologia e Micrometeorologia nos cursos de Pós-Graduação em Agronomia e Engenharia Agrícola. Atualmente é professor no Centro Universitário Franciscano, nas disciplinas de Climatologia Ambiental, Climatologia Geral e Climatologia Dinâmica nos cursos de Engenharia Ambiental e Geografia, respectivamente. É Bolsista de Produtividade do CNPq desde 1984.

Valduino Estefanel

Graduado em Agronomia (1967) pela Universidade Federal de Santa Maria, Mestrado em Estatística e Experimentação (1977) pela Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz – USP. É professor aposentado da Universidade Federal de Santa Maria onde lecionou Experimentação Vegetal para os cursos de graduação em Agronomia, Engenharia Florestal e no curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola. Atualmente é professor do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria onde leciona Estatística para diversos cursos.