

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E

RECURSOS HÍDRICOS

MARIA AMÉLIA A. ALVES

**Relação dos casos de dengue em Minas Gerais com as variáveis
meteorológicas e socioeconômicas**

Itajubá – MG

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

MESTRADO EM MEIO AMBIENTE E

RECURSOS HÍDRICOS

MARIA AMÉLIA A. ALVES

Relação dos casos de dengue em Minas Gerais com as variáveis meteorológicas e socioeconômicas

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação de Meio Ambiente e Recursos Hídricos como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Orientadora: Prof^a Dr^a. Michelle Reboita

Coorientador: Prof. Dr. Luiz Felipe Silva

Itajubá – MG

2015

DEDICATÓRIA

A Deus, por me permitir concluir esta etapa e manter- me perseverante nessa jornada.

Aos meus pais, Sebastião (em memória) e minha mãe Maria Bernadete.

A pessoa que me deu coragem para prosseguir, minha filha Joyce.

Ao apoio da pessoa especial que tenho ao meu lado, meu namorado Márcio.

Ao meu primo, Esmeraldo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sua presença em minha vida, manifestada nas pessoas que foram tão importantes na realização desse trabalho e por essa oportunidade de conclusão do mestrado.

A minha filha Joyce, pelo seu amor incondicional, que me fortalece, e que me deu coragem para que eu não desistisse.

A minha orientadora Prof^ª Dr^ª. Michelle Reboita, por conduzir-me com carinho, dedicação e incentivo.

Ao Professor Luiz Felipe Silva, pela atenção, amizade e disponibilidade em esclarecer minhas dúvidas.

Ao meu primo Esmeraldo que, em busca de novas conquistas para si, abriu um novo caminho para mim.

Ao meu namorado Márcio, pelo apoio em minha jornada até aqui e pela felicidade de tê-lo ao meu lado.

A minha mãe Bernadete, por ser essa mulher maravilhosa e admirável que sempre me dá forças nos momentos difíceis.

Agradeço também aos amigos Reginaldo, Thiago, Carla, Cristina Mendes, Andréia Vitorino, Dona Ronilda, e demais amigas de curso que me proporcionaram tanta alegria durante esses anos.

Obrigada a todos que me apoiaram e que entraram em minha vida pela graça de Deus e mantiveram o sorriso em meu rosto.

A CAPES, pela bolsa de estudos, pois sem este recurso financeiro não seria possível dedicar-me exclusivamente ao desenvolvimento dessa pesquisa.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

Não há céu sem tempestade, nem caminhos sem acidentes. Não tenha medo da vida, tenha medo de não vivê-la intensamente.

Augusto Cury

RESUMO

ALVES, M. A. A. **Relação dos casos de dengue em Minas Gerais com as variáveis meteorológicas e socioeconômicas.** 2015. 87- f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos)-Universidade Federal de Itajubá, 2015.

A dengue é uma doença viral de regiões tropicais e subtropicais que ocorre devido às condições de temperatura e precipitação necessárias para o desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti*, que é o hospedeiro intermediário, responsável pela transmissão da dengue no Brasil. Embora as condições ambientais sejam importantes para a replicação do vírus e desenvolvimento do *Aedes aegypti*, as características socioeconômicas também são imprescindíveis na transmissão da dengue, por estarem ligadas ao modo de vida e a aplicação das formas de prevenção. Portanto, o objetivo desse trabalho é avaliar a relação de algumas variáveis meteorológicas e socioeconômicas em diferentes municípios de Minas Gerais no período de 2008 a 2012 com as notificações de dengue. Foram coletadas informações sobre as variáveis meteorológicas: precipitação, temperatura máxima e mínima do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) saúde, renda e escolaridade obtidas do Departamento de Informações do SUS (DATASUS); as notificações por dengue, do Sistema de informações e agravos de notificações (SINAN), saneamento básico e densidade demográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Para esse estudo foram realizadas análises multivariadas com o auxílio do *software Epi-Info 3.5.1 TM*, visando identificar os melhores modelos para as notificações de dengue em Minas Gerais com o valor de $p < 0,05$ fundamentado no teste da razão da máxima verossimilhança. Foi observado, através da regressão logística multivariada, que três variáveis mostram-se frequentes nos anos analisados e são: desigualdade na distribuição da renda (índice de GINI), poucos investimentos em saúde (CMI) e analfabetismo da população. Outras variáveis também foram importantes, como: a precipitação no inverno, precipitação no outono e temperatura máxima no verão, na regressão de 2008 – 2007; renda média e precipitação no verão em 2009 – 2008; e a variável temperatura mínima no verão em 2012 – 2011. Foi observado, ainda, que municípios com desigualdade na distribuição da renda, com baixo investimento em saúde e baixa escolaridade da população geral encontram-se expostos a maior força de agravo de notificação quando comparados a condições mais favoráveis. Os dados obtidos com esse trabalho revelam a necessidade na melhoria da qualidade de vida da população, com maiores investimentos em saúde, educação e em medidas de combate à pobreza para reduzir a desigualdade na distribuição da renda; de forma que, maiores investimentos em infraestrutura e educação e maior comprometimento da população para a erradicação do inseto podem auxiliar a redução da força de notificação por dengue.

Palavras-chave: Epidemiologia ambiental. Temperatura. Precipitação. Renda. Regressão logística.

ABSTRACT

ALVES, M. A. A. **Relationship of dengue cases in Minas Gerais with weather and socioeconomic variables.** 2015.87f. Dissertation (Masters in Environment and Water Resources) Federal -University of Itajubá, 2015.

Dengue is a viral disease of tropical and subtropical regions that occurs due to temperature and precipitation conditions necessary for the development of the mosquito *Aedes aegypti*, which is the intermediate host, responsible for the transmission of dengue in Brazil. Although the environmental conditions are important for the replication of the virus and development of *Aedes aegypti*, the socioeconomic characteristics are also essential in the transmission of dengue, being linked to the way of life and the implementation of prevention methods. Therefore, the aim of this study is to evaluate the relationship of some meteorological and socioeconomic variables in different municipalities of Minas Gerais from 2008 to 2012 with dengue notifications. Information regarding meteorological variables were collected: precipitation, maximum and minimum temperatures of the National Institute database of Meteorology (INMET) health, income and education obtained from the SUS Department of Information (DATASUS); notifications by dengue, information system and notifications of injuries (SINAN), sanitation and population density of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). For this study multivariate analyzes were performed with the Epi-Info TM 3.5.1 software, to identify the best models for dengue notifications in Minas Gerais with the value of $p < 0.05$ based on maximum likelihood test of reason . It was observed by multivariate logistic regression, three variables that show up frequently in the analyzed years and are: inequality in income distribution (Gini index), few investments in health (CMI) and illiteracy of the population. Other variables were also important, such as precipitation in winter precipitation in autumn and maximum temperature in summer, the regression 2008 - 2007; middle-income and precipitation in summer in 2009 - 2008; and the variable minimum temperature in the summer in 2012 - 2011. It was observed also that municipalities with unequal distribution of income, with low investment in health and low education of the general population are exposed to greater notice of grievance strength when compared the most favorable conditions. The data obtained from this study reveal the need to improve the population's quality of life, with greater investments in health, education and anti-poverty measures to reduce inequality in income distribution; so that greater investment in infrastructure and education and greater involvement of the population to eradicate the insect can help to reduce dengue notification strength.

Keywords: Environmental epidemiology. Temperature. Precipitation. Income. Logistic regression.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida do mosquito <i>Aedes aegypti</i>	20
Figura 2. Exemplo de um episódio de Zona de Convergência do Atlântico Sul....	27
Figura 3. Localização das 40 estações meteorológicas de MG fonte (INMET) utilizadas no estudo.....	30
Figura 4. Dados de temperatura mínima com a interpolação pelo método de Cressman de 1998 a 2012.....	33
Figura 5. “Séries temporais da média mensal da temperatura mínima em Janaúba latitude 15° 48’ 13” e longitude 43° 19’ 3” (a) e Lavras, latitude 21° 14’ 43” e longitude 44° 59’ 59” (b), no período de 1998 a 2012.....	34
Figura 6. Comparação de dados mensais de precipitação do GPCC com dados de estações de INMET da estação de Lavras, latitude 21° 14’ 43”e longitude 44° 59’ 59”, no período de 1998 a 2012, na reanálise ERA – Interim.....	35
Figura 7. Precipitação em Minas Gerais 1998 a 2012 (INMET 40 estações + 43 pontos do GPCC).....	43
Figura 8. Temperatura Mínima em MG 1998 a 2012. Fonte (INMET 40 estações + 57 pontos ERA Int).....	45
Figura 9. Temperatura Máxima em MG período de 1998 a 2012 (INMET 40 estações + 57 pontos ERAInt).....	47
Figura 10. Municípios de Minas Gerais com alta incidência de dengue nos anos de: (a) 2008, (b) 2009, (c) 2010, (d) 2011 e (e) 2012.....	49
Figura 11. Distribuição de valores de RMP por dengue, nos municípios de Minas Gerais em 2008.....	50
Figura 12. Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2008...	51
Figura 13. Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias significativas para o ano de 2008 -2007.....	53
Figura 14. Estimativa da razão de chance baseada nos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil e temperatura máxima no verão, sobre os casos de dengue em Minas Gerais em 2008.....	55
Figura 15. Distribuição de valores de RMP por dengue, dos municípios de Minas Gerais em 2009.....	56

Figura 16. Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2009..	57
Figura 17. Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias, significativas para o ano de 2009- 2008.....	59
Figura 18. Estimativa da probabilidade baseada nos valores de índice de GNI, coeficiente de mortalidade infantil, renda média, analfabetismo geral e precipitação no verão, sobre os casos de dengue em Minas Gerais em 2009.....	61
Figura 19. Distribuição de valores de RMP por dengue, dos municípios de Minas Gerais 2010.....	62
Figura 20. Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2010...	63
Figura 21. Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias, significativas para o ano de 2010 - 2009.....	65
Figura 22. Estimativa de probabilidade baseada nos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, analfabetismo geral, sobre casos de dengue em Minas Gerais em 2010.....	66
Figura 23. Distribuição de valores de RMP por dengue, dos municípios de Minas Gerais em 2011.....	67
Figura 24. Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2011...	68
Figura 25. Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias significativas para o ano de 2011-2010.....	70
Figura 26. Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2011.	71
Figura 27. Estimativa da probabilidade baseado nos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, analfabetismo geral, sobre os casos de dengue em Minas Gerais em 2011.....	72
Figura 28. Distribuição de valores de RMP por dengue dos municípios de Minas Gerais em 2012.....	73
Figura 29. Casos de notificação por mês, do estado de Minas Gerais em 2012	74
Figura 30. Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias significativas para o ano de 2012 – 2011.....	76
Figura 31. Estimativa da probabilidade dos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, analfabetismo geral e temperatura mínima no verão, sobre os casos de dengue em Minas Gerais em 2012.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Classificação de valores das taxas de incidência de dengue segundo PNCD.....	39
Quadro 2. Classificação da incidência da dengue no estado de Minas Gerais...	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Localização das 40 estações meteorológicas de MG fonte (INMET) utilizadas no estudo.....	31
Tabela 2. Variáveis explanatórias (ambientais e socioeconômicas), com seus códigos e fonte de coleta dos dados.....	36
Tabela 3. Categorização das variáveis socioeconômicas.....	37
Tabela 4. Análise univariada apresentando as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2008 - 2007.....	52
Tabela 5. Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2008 – 2007.....	53
Tabela 6. Apresenta a análise univariada, as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2009 - 2008.....	58
Tabela 7. Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2009 – 2008.....	60
Tabela 8. Apresenta o resultado da análise univariada, das razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias para notificações por dengue no ano de 2010 – 2009.....	64
Tabela 9. Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2010 – 2009.....	65
Tabela 10. Análise univariada apresentando as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2011.....	69
Tabela 11. Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes,	

razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2011 – 2010.....	70
Tabela 12. Análise univariada apresentando as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2012 - 2011.....	75
Tabela 13. Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razão de chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2012-2011.....	76

LISTA DE SIGLAS

Abreviatura	Significado
DD	Densidade demográfica
GINI	Índice de GINI
RM	Renda média
BR	Baixa Renda
TD	Taxa de desemprego
CMI	Coefficiente de mortalidade infantil
Analf G	Analfabetismo Geral
Analf 1	Mulheres sem instrução/1º ciclo fundamental incompleto
Analf 2	Mulheres com 1º ciclo fundamental completo/2º ciclo incompleto
Analf 3	Mulheres com 2º ciclo fundamental completo ou mais
Lixo	Coleta de lixo
Água	Abastecimento de água
TMP	Temperatura máxima primavera
TMV	Temperatura máxima verão
TMO	Temperatura máxima outono
TMI	Temperatura máxima inverno
TminP	Temperatura mínima primavera
TminV	Temperatura mínima verão
TminO	Temperatura mínima outono
TminI	Temperatura mínima inverno
Prec P	Precipitação primavera
Prec V	Precipitação verão
Prec O	Precipitação outono
Prec I	Precipitação inverno
ID	Identificação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	Objetivo geral.....	17
2.2	Objetivos específicos	17
3	JUSTIFICATIVA.....	18
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
4.1	Distribuição da dengue no mundo.....	19
4.2	<i>Aedes aegypti</i> e seu ciclo de vida.....	20
4.3	Ciclo de transmissão da dengue	21
4.4	Manifestações clínicas	21
4.5	Ações de controle da dengue.....	22
4.6	Estudos da dengue no Brasil	22
4.7	Variáveis meteorológicas associadas com a dengue.....	24
4.8	Variáveis socioeconômicas associadas com a dengue	25
4.9	Características da precipitação do estado de Minas Gerais.....	26
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	28
5.1	Dados meteorológicos	28
5.2	Dados socioeconômicos	35
5.3	Cálculos da razão de morbidade padronizada (RMP) e classificação dos valores de incidência.	37
5.4	Organização dos dados.....	39
5.6	Regressão logística multivariada.....	40
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
6.1	Precipitação e temperatura	42
6.1.1	Distribuição sazonal e espacial das chuvas em Minas Gerais.....	42
6.1.2	Distribuição sazonal e espacial das temperaturas mínimas em MG.....	44
6.1.3	Distribuição sazonal e espacial das temperaturas máximas em MG.....	46
6.2	Regiões de alta incidência de dengue em MG.	48

6.3	Análise das notificações por dengue do ano de 2008.....	50
6.4	Análise das notificações por dengue do ano de 2009.....	56
6.5	Análise das notificações por dengue do ano de 2010.....	62
6.6	Análise das notificações por dengue do ano de 2011	67
6.7	Análise das notificações por dengue do ano de 2012.....	73
7	CONCLUSÃO.....	79
	REFERÊNCIAS.....	80
	ANEXO A.....	85
	ANEXO B.....	85
	ANEXO C.....	86
	ANEXO D.....	86
	ANEXO E.....	87
	ANEXO F.....	88

1 INTRODUÇÃO

A dengue é uma doença viral de regiões tropicais e subtropicais que ocorre devido às condições de temperatura e precipitação necessárias para o desenvolvimento do mosquito *Aedes sp*, que é o hospedeiro intermediário, responsável pela transmissão da dengue e de outras doenças, como: febre amarela e chikungunya.

No Brasil, o transmissor é o mosquito *Aedes aegypti*, esse agente etiológico da dengue é um arbovírus da família *flaviviridae*, que apresenta quatro sorotipos diferentes: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4; sendo o vírus um retrovírus por possuir como material genético o RNA. O vírus da dengue apresenta duas fases: uma extrínseca (que ocorre no mosquito) e uma intrínseca (no homem), segundo Timerman, Luz e Nunes (2012).

Segundo Consoli e Oliveira (1994) o *aedes aegypti* adapta-se em temperaturas entre 20° a 46° o que torna os países tropicais e subtropicais suscetíveis ao vírus da dengue. Temperaturas altas interferem no ciclo do mosquito acelerando o seu desenvolvimento, que pode durar em média 14 dias, em temperaturas de 22° a 25°C e 8 dias em temperaturas 30°C a 33°C para que o mosquito torne-se adulto. Além das temperaturas altas interferirem no desenvolvimento do inseto, ela também aumenta sua atividade hematófaga que pode ser ampliada em até duas vezes mais em temperatura de 32°C.

Segundo Promprou et al (2005), a precipitação está associada ao aumento do número de insetos, já que aumenta os locais disponíveis para a reprodução. Segundo Costa (2011) há uma relação entre a precipitação e aumento de casos de dengue nos período mais chuvosos.

Segundo Teixeira, Barreto e Guerra (1999), Minas Gerais apresentou seus primeiros casos de dengue nos dois primeiros anos da década de 90, quando as notificações por dengue no Brasil concentraram-se nas regiões Sudeste e Nordeste; após esses anos, são frequentes as notificações por dengue no Estado.

Embora as condições ambientais sejam importantes para a replicação do vírus e desenvolvimento do *Aedes aegypti*, as características socioeconômicas também são imprescindíveis na transmissão da dengue por estarem ligadas ao modo de vida e a aplicação das formas de prevenção.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a associação de ocorrência da dengue nas cidades de Minas Gerais com variáveis meteorológicas e socioeconômicas no período de 2008 a 2012.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Produzir mapas de temperatura máxima, mínima e precipitação para o estado de Minas Gerais com base nos dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) a fim de mostrar a distribuição espacial e temporal dessas variáveis atmosféricas.
- Determinar a ocorrência espacial de dengue em MG no período de 2008 a 2012 com base nos valores de Razão de Morbidade Padronizada (RMP).
- Determinar espacialmente as regiões com alta incidência de dengue em MG no período de 2008 a 2012 de acordo com o Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD).
- Identificar as variáveis meteorológicas e socioeconômicas mais significativas para os casos de dengue em Minas Gerais.

3 JUSTIFICATIVA

Segundo Timerman, Nunes e Luz (2012), o *Aedes aegypti* vem se espalhando rapidamente no Brasil desde meados da década de 1980. Isso mostra que as ações de combate à dengue não estão sendo suficientes para controlar o vetor. Mesmo com o esforço dos órgãos de saúde pública, algumas cidades de Minas Gerais têm apresentado dificuldades em reduzir os casos de dengue, ou porque a população mal informada não modifica seus hábitos em relação aos cuidados com a formação de possíveis criadouros, ou porque certas cidades apresentam algumas características que dificultam esse processo. Nesse trabalho, as características locais de setecentos e vinte municípios foram analisadas para entender a particularidade do estado de Minas Gerais buscando descobrir quais são os principais agravantes para tamanha dificuldade no combate ao vetor, que podem tanto estar associados às condições sociais dessas populações, ou às condições ambientais ou ambos os fatores.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 HISTÓRICO DA DENGUE NO MUNDO

Segundo Ujvari (2008), os colonizadores do século XVIII foram os responsáveis por transportar a dengue do Velho Mundo para o continente americano, porém não se têm registros históricos de que as epidemias daquela época tenham sido causadas pelo vírus da dengue, já que seus sintomas são muito parecidos com o de outras doenças. Provavelmente, com o desmatamento para abertura de povoados, o vírus da dengue passou do seu habitat natural para o ambiente urbano desses povoados, permanecendo até hoje, pela transmissão de mosquitos *Aedes sp.*

O desenvolvimento do comércio e a migração de pessoas acabaram levando o vírus para cidades e metrópoles que foram se desenvolvendo com o passar do tempo; fato evidenciado no continente asiático, onde de forma casual o vírus foi se manifestando no continente, transmitido pelo *Aedes albopictus* e outros mosquitos do subgênero *Stegomyia*.

Acredita-se que o *Aedes aegypti* tenha sido trazido para o Novo Mundo durante o tráfico de escravos nos séculos XVII, XVIII e XIX e espalhou-se por todas as regiões tropicais, adaptando-se bem ao ambiente urbano e ao sangue humano. As primeiras infestações ocorreram em regiões próximas aos portos e, em seguida, foram acompanhando os ciclos de urbanização.

As primeiras grandes epidemias, com sintomas semelhantes ao da dengue, ocorreram em três continentes: África, Ásia e América do Norte, nos anos de 1779 e 1780. A partir desses anos, inúmeras epidemias foram relatadas em muitas partes do mundo.

Atualmente, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a dengue coloca em risco a vida de 2,5 bilhões de pessoas que moram em países tropicais e subtropicais todos os anos, infectando entre 50 a 100 milhões de pessoas; causando prejuízos à saúde e a economia local.

4.2 *Aedes aegypti* E SEU CICLO DE VIDA

O *Aedes aegypti*, o mosquito transmissor da dengue no Brasil, originário da África subsaariana, pode ser facilmente identificado por ser um mosquito preto com manchas brancas. Segundo Veronesi (1991), esse mosquito é um holometábolo, isto é, apresenta ciclo reprodutivo indireto formado por: ovo, larva, pupa e mosquito adulto, Figura 1. Para o desenvolvimento do ciclo reprodutivo, a fêmea do *Aedes aegypti* necessita de água para a postura dos ovos que são depositados em linha d'água (limite entre a água e o ar). Esses ovos mudam para o estágio larvário em dois ou três dias em condições favoráveis; já, em situação de escassez hídrica, os ovos podem dissecar e morrer ou podem ficar em estado de latência se já tiverem cumprido parte do seu desenvolvimento, podendo permanecer no ambiente por até um ano. Da eclosão dos ovos surgem as larvas que, durante cinco dias, alimentam-se e aumentam de tamanho, passando para o estágio de pupa e animal adulto. O acasalamento do mosquito acontece no primeiro ou segundo dia de vida, que dura em torno de seis a oito semanas.

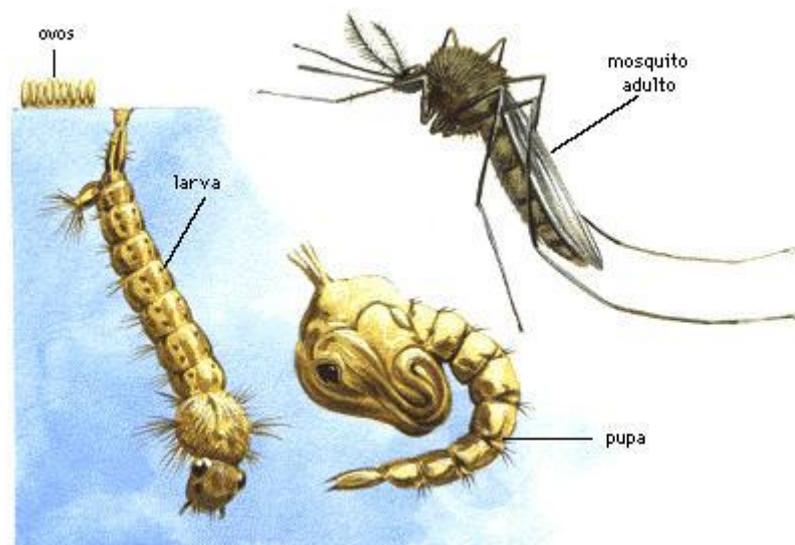


Figura 1 – Ciclo de vida do mosquito *Aedes sp.*

Fonte: www.combateadengue.com.br/mosquito-da-dengue/

4.3 CICLO DE TRANSMISSÃO DA DENGUE

A dengue é transmitida ao homem durante o período de reprodução da fêmea do *Aedes Aegypti* que necessita de sangue para a postura dos ovos. Ao ingerir sangue contaminado, a fêmea passa a transmitir a doença (YANG, 2003). O vírus da dengue possui dois ciclos: um intrínseco (que ocorre no homem) e um extrínseco (que ocorre no mosquito). A fase intrínseca começa um dia antes do aparecimento dos sintomas até o sexto dia da doença. O período extrínseco, dura em torno de seis a oito dias e corresponde a fase de duplicação do vírus e migração dele para as glândulas salivares. A transmissão do vírus é por toda a vida, podendo cada mosquito infectar até trezentas pessoas (CANTANE et al, 2013).

4.4 MANIFESTAÇÕES CLÍNICAS

Segundo Teixeira, Barreto e Guerra (1999), o vírus da dengue apresenta quatro sorotipos diferentes, de maneira que se pode contrair dengue por apenas quatro vezes. Uma vez infectado por um dos sorotipos, o organismo humano adquire imunidade e não irá mais contrair a doença com aquele sorotipo, porém ao adquirir outro, as chances da doença evoluir para as formas graves aumentam.

A maioria das pessoas contrai o vírus sem apresentar nenhum sintoma, são as consideradas assintomáticas; já aquelas que apresentam os sintomas são sintomáticas. São três os tipos de sintomas, que são iguais para os quatro sorotipos: dengue clássica, dengue hemorrágica e síndrome do choque da dengue. A dengue clássica é a forma mais branda da doença, sendo seus sintomas: febre alta (39° a 40°), cansaço, dor de cabeça e nas articulações, dor atrás dos olhos, enjojo, vermelhidão no corpo e coceira, com duração de três a sete dias. A dengue hemorrágica é mais comum em uma segunda ou terceira infecção. Os sintomas inicialmente são muito parecidos com os sintomas da dengue clássica, porém no terceiro ou quarto dia surgem manchas vermelhas causadas pela ruptura de pequenos vasos da pele, hemorragia gastrointestinal e nas mucosas, tonturas e queda de pressão. A dengue hemorrágica pode ser fatal. A síndrome do choque da dengue é a forma mais perigosa da doença. Os sintomas são queda ou ausência de pressão arterial, palidez, perda de consciência podendo surgir complicações como alterações neurológicas, insuficiência hepática, entre outros, e pode levar à morte.

4.5 AÇÕES DE CONTROLE DA DENGUE

Segundo Timerman, Luz e Nunes (2012), o mosquito *Aedes aegypti* está bem adaptado ao modo de vida das populações humanas, o que torna difícil sua erradicação. Como o mosquito apresenta um alto poder de morbidade e ainda não existe uma vacina eficaz, a erradicação da dengue é quase impossível; então, os órgãos de saúde pública buscam, através de medidas preventivas, controlar as populações dos mosquitos, reduzindo as infestações. Vários métodos estão sendo utilizados como, por exemplo, os mosquitos transgênicos para o controle do vetor, manejo ambiental e participação comunitária.

O método do mosquito transgênico corresponde a insetos machos que ao se acasalarem com as fêmeas produzem descendentes que morrem antes de atingir a fase adulta, reduzindo assim a população do *Aedes aegypti*. Segundo Teixeira et al. (1999), esses insetos estão sendo criados para serem utilizados em algumas regiões do Brasil onde foi observada a resistência dos mosquitos aos inseticidas e larvicidas.

O controle do vetor busca eliminar as formas larvais do mosquito nos criadouros e evitar que novos criadouros sejam formados. O manejo ambiental permite que, em casos de situação extrema, inseticidas possam ser utilizados para combater as formas alada. A participação comunitária baseia-se em informar a população da necessidade de manter os domicílios e peridomicílios sem criadouros.

4.6 ESTUDOS DA DENGUE NO BRASIL

A dengue é uma doença ligada às características ambientais e sociais da população. A compreensão entre os casos de dengue e esses fatores pode ajudar a desenvolver estratégias de combate mais eficaz.

Teixeira e Medronho (2008) analisaram a distribuição de epidemias de dengue no Rio de Janeiro em 2002 e sua relação com vinte e cinco variáveis sócio-demográficas em noventa municípios de tal Estado. As variáveis estudadas foram: taxa de crescimento populacional, densidade demográfica, expectativa de vida ao nascer, taxa de crescimento populacional, proporção de população urbana, percentual de população com água canalizada, percentual de população com esgotamento sanitário, percentual de população com coleta de lixo, percentual de população sem água canalizada, taxa de analfabetismo, percentual de crianças de sete a quatorze anos fora da escola, produto interno bruto (PIB) per capita, percentual de pobreza,

percentual de indigência, índice de GINI, razão de dependência, índice de envelhecimento, percentual de área degradada, percentual de áreas urbanas, quantidade de crianças entre dez e quatorze anos. O método utilizado foi análise estatística espacial para verificar a correlação por meio do índice Global de Moran e análise exploratória do desfecho e das variáveis sócio-demográficas; e modelagem estatística para busca do melhor modelo explicativo do desfecho. Das 25 variáveis, 13 apresentaram correlação com as epidemias de dengue com nível de significância de 5%, e foram analisadas pelo modelo de regressão linear multivariada. As variáveis: proporção de população urbana, percentual de população com água canalizada e percentual de cobertura do programa de saúde da família (PSF) foram as variáveis com melhor ajuste no modelo explicando 30,2% da variabilidade das taxas de incidência de dengue na epidemia de 2002.

No trabalho de Mondini e Neto (2007), realizado na cidade de São José do Rio Preto - SP, os casos de dengue foram coletados no período de setembro de 1990 a agosto de 2002 e agrupados segundo setores censitários urbanos. Os dados socioeconômicos: média de renda e anos de instrução das pessoas responsáveis pelos domicílios; média de renda e anos de instrução das mulheres responsáveis pelos domicílios; proporção de pessoas e de mulheres analfabetas e proporção de domicílios com cinco ou mais moradores foram agrupados em quartis. Os valores mais altos dessas variáveis foram considerados nível 1, os mais baixos, nível 4; e os dados intermediários foram os níveis 2 e 3. Com as notificações por dengue foram calculados os coeficientes de incidência por ano e por quadriênio, considerando-se o período entre setembro de um ano a agosto do ano seguinte. A análise das variáveis produziu um fator socioeconômico incluindo todas as variáveis que explicaram 87% da variação total apenas no ano de 1994-1995, havendo uma ausência de associação das variáveis socioeconômicas para os outros anos, indicando a necessidade de mais estudos.

Nos estudos de Costa e Natal (1998) também realizados em São José do Rio Preto - SP, foi analisado o ano de 1995 durante uma epidemia que ocorreu no primeiro semestre pelo sorotipo 1. O método empregado foi um estudo ecológico de análise da área geográfica definida, com variáveis consideradas como fator de risco para dengue. As variáveis selecionadas foram: abastecimento de água, ligações sanitárias em rede geral nos domicílios, percentagem de domicílios de propriedade do chefe da família, domicílios com coleta de lixo, número médio de moradores por domicílio, número médio de moradores por cômodo, percentagem de chefes analfabetos ou até com um ano de instrução, percentagem de chefes com segundo grau completo e superior incompleto, percentagem de chefes com curso superior completo; percentagem de chefes com renda menor que um salário-mínimo; percentagem de

chefes com renda entre um e três salários-mínimos; percentagem de chefes com renda entre três e cinco salários-mínimos e percentagem de chefes com renda entre cinco e dez salários-mínimos. O agrupamento dessas variáveis não foi possível para todos os bairros da cidade, porque foram agrupados setores muito diferentes em condições de habitação. Como as variáveis, renda e grau de escolaridade, foram significativas, tentou-se elaborar um agrupamento utilizando somente essas variáveis. Com uma visita de campo foi possível observar que não havia discrepância significativa entre o padrão de construção das residências e o nível socioeconômico do grupo, então se analisou os níveis de incidência e da estratificação de risco de dengue na cidade. Os dados foram divididos em quartis que foram chamados de unidades. A Unidade 1 compõe-se de uma população com renda maior, com alto nível de escolaridade e com ótima moradia. A Unidade 2 com renda intermediária, nível médio de escolaridade e moradia simples com bons acabamentos. A Unidade 3 composta de moradores de baixa escolaridade e renda. A análise dos dados na Unidade 3 apresentou o coeficiente de incidência de dengue 1,4 vezes maior quando comparado com a Unidade 2. De modo que as epidemias tiveram variação de incidência na cidade do Rio Preto. Das quatro unidades a que teve maior incidência de dengue foi a Unidade 3, onde se observou correspondência entre maior adensamento populacional e maior incidência de dengue.

4.7 VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS ASSOCIADAS COM A DENGUE

Sousa (2012), em seu estudo na Baixada Santista (sudeste do Brasil) e Cingapura (Sudeste Asiático), analisou uma série temporal para 8 anos, período de janeiro de 2000 a dezembro de 2007, correlacionando a dengue a variáveis climáticas para essas cidades. As variáveis climáticas utilizadas foram: temperaturas máximas e mínimas, precipitação e umidade relativa do ar máxima e mínima. Comparou-se o aumento de casos de dengue com o risco relativo da ocorrência da doença por influência das variáveis climáticas estudadas. Na Baixada Santista, a precipitação e a temperatura obtiveram seus maiores valores em dezembro e janeiro (verão) e os casos de dengue aumentaram no outono, nos meses de março e maio. Em Cingapura, nos meses de março e maio observou-se aumento dos casos de dengue, devido a diminuição da precipitação e aumento da temperatura. A temperatura mínima e precipitação foi o fator que mais influenciou no aumento de casos na Baixada Santista, as temperaturas

máximas e mínimas, juntamente com a precipitação, propiciaram a atuação do *Aedes aegypti* no período do outono.

Conforme Consoli e Oliveira (1994), a temperatura influencia de forma direta no desenvolvimento e alimentação dos insetos. A temperatura máxima interfere no tamanho da população, no período de maturação e na atividade hematófaga do *Aedes aegypti*, que sobrevive em temperaturas entre 20°C a 46°C, e tem sua capacidade hematófaga ampliada duas vezes mais quando presente na temperatura de 32°C.

Em estudos realizados no Rio de Janeiro, Câmara et al. (2009) analisaram as médias de temperatura máxima, mínima e pluviosidade para cinco bairros do Rio de Janeiro: Centro, Alto da Boa Vista, Santa Cruz, Jacarepaguá e Bangu para os anos de (1986 a 2003) através de comparações com o teste t; a temperatura mínima foi a única variável significativa. Nos anos de epidemia as temperaturas mínimas foram mais altas que nos outros anos, sugerindo que essas temperaturas foram um fator importante para o surgimento dos casos.

4.8 VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS ASSOCIADAS COM A DENGUE

As condições socioambientais encontradas no Brasil favorecem a proliferação e dispersão do *Aedes aegypti*. Segundo Buss (2000), a ideia de saúde pública envolve dois tipos de compromisso: o de colocar a saúde como prioridade e a intervenção nos fatores que define saúde e doença. As formas de organização dos centros urbanos, juntamente com a falta de saneamento básico e a falta de planejamento, refletem no ambiente criando condições para a proliferação do inseto, sendo esses fatores também considerados pelo IBGE (2012) como indicadores de desenvolvimento sustentável. A seguir segue uma descrição de variáveis socioeconômicas utilizadas no presente estudo.

Para o analfabetismo foi considerada, separadamente, a escolaridade da população geral e das mulheres, já que para uma população se desenvolver, a educação precisa tornar-se acessível a todos e, segundo o IBGE (2012), para as mulheres, a educação proporciona melhor controle na taxa de natalidade e melhores condições de saúde para seus filhos. Além disso, as mulheres são responsáveis na maioria das vezes pelos cuidados com o lar, locais onde são encontrados a maioria dos criadouros do mosquito (LENZI e COURA, 2004).

Para renda foram utilizados como indicadores: (a) baixa renda que segundo o IBGE (2010) é o rendimento mensal de até ¼ de salário mínimo por pessoa; (b) renda média que é o

rendimento médio mensal da população acima de 10 anos de idade, (c) a taxa de desemprego, que segundo o IBGE está associada com pessoas disponíveis para trabalhar e que estão procurando emprego, mas não estão conseguindo e (d) o índice de GINI que analisa a repartição da riqueza considerando 0 uma situação de total igualdade financeira e 1, situação de total desigualdade (ISHITANI et al.,2006).

Para indicar condições de saúde, o coeficiente de mortalidade infantil que é o número de óbitos de menores de um ano de idade, expresso por mil nascidos vivos, antes de completar um ano de idade, foi estudada, o que expressa às condições socioeconômicas e ambientais da população, estando associada ao rendimento familiar, escolaridade das mães, recursos de saúde, disponibilidade de vacinas contra doenças infantis, disponibilidade de saneamento básico, dentre outros. A mortalidade infantil é um indicador importante por ser sensível a qualquer ação que possa melhorar as condições de vida.

A densidade demográfica (número de indivíduos por quilômetro quadrado) foi incluída no estudo, porque os casos de dengue tendem a aumentar em domicílios muito próximos facilitando a transmissão do vírus pelo mosquito que encontra alimento com maior facilidade.

Para as condições meteorológicas foram incluídas no estudo as variáveis temperatura máxima, temperatura mínima e precipitação. Com base nas variáveis meteorológicas e socioeconômicas citadas, este trabalho busca compreender a importância delas na ocorrência de notificações de dengue em Minas Gerais.

4.9 CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Minas Gerais possui uma área de 586.522.122 km² dividida em 853 municípios com uma população estimada em 20.734.097 habitantes.

Com relação às características climáticas, Reboita et al. (2010) mencionam que Minas Gerais está inserida num regime de monção: verão chuvoso e inverno seco. No verão, as

chuvas estão associadas principalmente com a atividade convectiva local e com a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A ZCAS (Figura 2) é uma banda de nebulosidade que se estende no sentido noroeste-sudoeste, da Amazônia ao oceano Atlântico Sudoeste (KOUSKY, 1988). Vários fatores contribuem para a formação da ZCAS como a presença de jatos de baixos níveis a leste dos Andes (ventos com velocidade superior a 12 ms^{-1}) e o transporte de umidade do Atlântico Sudoeste pelo setor oeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Já o ASAS é um sistema de alta pressão semi-permanente que, no verão, encontra-se deslocado para leste em relação ao inverno, favorecendo a entrada de umidade no continente proveniente do oceano. No inverno, com o setor oeste do ASAS atuando sobre parte das regiões sudeste e sul do Brasil, os ventos úmidos do oceano e a atividade convectiva são enfraquecidos, o que atua de forma negativa para a ocorrência de precipitação. No inverno, a maior parte da precipitação que ocorre no sul de Minas Gerais é devido à passagem de frentes frias (SILVA et al., 2014).



Figura 2 - Exemplo de um episódio de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) no dia 02 de março de 2010. Fonte: Reboita et al. (2012).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

A abordagem epidemiológica desse trabalho foi o estudo ecológico (ou de correlação) que se caracteriza por observar grupos de pessoas ou populações de uma área definida, e avaliar possíveis condições que possam interferir na saúde da população, considerando fatores ambientais e sociais. Foram obtidos dados de notificações por dengue da população do estado de Minas Gerais, juntamente com suas características ambientais (meteorológicas) e socioeconômicas. Essas informações foram obtidas pelo Sistema de informações e agravos de notificações (SINAN), Departamento de Informações do SUS (DATASUS); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para a realização desse estudo foram feitas:

- Coleta de dados ambientais (meteorológicos), socioeconômicos e notificações por dengue dos municípios de Minas Gerais.
- Produção dos mapas com os valores de razão de morbidade padronizada (RMP) e de regiões de alta incidência de dengue.
- Realização da técnica de regressão logística multivariada não condicional, utilizando o programa *Epi-Info 3.5.1 TM (CDC, 2008)*.

5.1 DADOS AMBIENTAIS (METEOROLÓGICOS)

Foram utilizados dados mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima do estado de Minas Gerais, obtidos do INMET. Inicialmente foram selecionadas 48 estações meteorológicas distribuídas por todo o estado de MG. O período das séries temporais selecionado foi de 1998 a 2012. No entanto, para a regressão logística multivariada foram usados apenas os anos de 2007 a 2012, devido ao banco de dados do SINAN apresentar informações mais completas para esses anos.

Após a conclusão da etapa da obtenção dos dados meteorológicos, foi aplicado um processo de controle de qualidade, conforme diretrizes da WMO (1983). O primeiro passo foi a identificação de dados errôneos (outliers) nas séries temporais. Dados errôneos são aqueles

valores que uma determinada variável não pode assumir na região de interesse, como por exemplo, temperatura máxima mensal de 70°C. Para a identificação de possíveis dados errôneos nas séries temporais, Sugahara et al. (2012) sugere a criação de limiares baseados na estatística da Variação Interquartil (*Interquartile Range*, IQR). O IQR é simplesmente a diferença entre os quartis superior (Q75%) e inferior (Q25%) de uma série de dados (WILKS, 2006). Para a precipitação o limiar superior foi definido pela equação:

$$N = Q98\% + 3 \text{ IQR} \quad (1)$$

onde: Q98% é o percentil de 98%.

Embora pudesse ser estipulado um limiar inferior para a precipitação uma vez que foram utilizados dados mensais, deixou-se o estudo menos restritivo, utilizando o limiar zero. Já para as temperaturas do ar, foram criados limiares superiores e inferiores (SUGAHARA et al. 2012).

$$N = Q75\% \pm 3 \text{ IQR} \quad (2)$$

Nesse caso, os possíveis valores errôneos se localizam acima ou abaixo desses intervalos apresentados na Equação 2. Neste estudo não foram identificados dados errôneos, tanto de precipitação quanto de temperatura máxima e mínima. É importante mencionar que na ocorrência de valor que exceda tais limiares, deve-se comparar o dado com o de estações próximas. Se pelo menos uma estação mostrar caso similar, o dado não deve ser descartado. Outra análise realizada para identificar dados errôneos nas temperaturas foi a comparação entre as máximas e as mínimas, onde as temperaturas mínimas não devem ser superiores as máximas. Nessa análise também não foram encontrados erros. O passo seguinte consistiu da identificação de dados faltantes nas séries temporais. Aquelas estações meteorológicas que apresentaram falhas superiores a 20% do total de seus dados em uma das três variáveis analisadas foram excluídas do estudo. Nessa análise foram excluídas oito estações meteorológicas restando quarenta. A localização das estações meteorológicas é mostrada na Tabela 1.

Para o preenchimento das falhas das quarenta estações meteorológicas que tiveram menos de 20% de falhas, foram utilizados os dados de estações meteorológicas vizinhas, isto é, se havia falha na temperatura máxima em um dado mês, procurou-se a estação meteorológica mais próxima dessa e calculou-se o coeficiente de correlação temporal. Se esse

coeficiente foi maior ou igual a 0,6 preencheu-se a falha da variável com o dado da estação meteorológica vizinha. Esse procedimento é similar ao usado por Minuzzi et al.(2010) e Silva e Reboita (2014). Em alguns casos, as estações meteorológicas vizinhas também apresentaram falhas no mesmo mês e ano. Nesse caso, computou-se a média daquele mês em cada estação, considerando-se todos os anos da série temporal, e preencheu-se a falha. Esse procedimento foi similar ao realizado por Krusche et al. (2002).

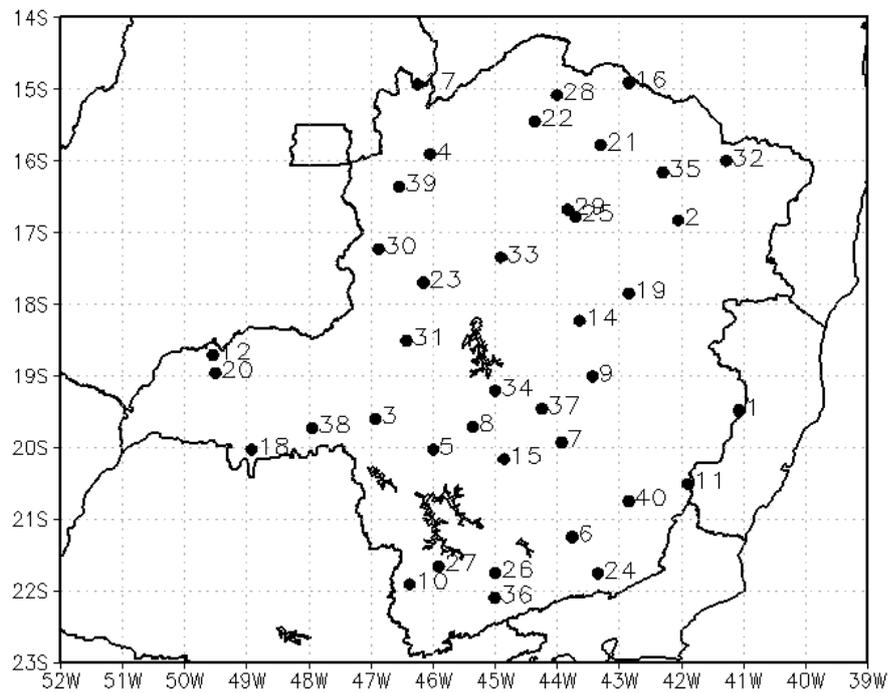


Figura 3 – Localização das 40 estações meteorológicas de MG utilizadas no estudo.

Os nomes das cidades e sua localização encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização das 40 estações meteorológicas de MG fonte (INMET) utilizadas no estudo.

ID	Cidade	Código	Latitude(°)	Longitude(°)	Altitude(m)
1	Aimorés	83595	-19.49	-41.07	82.74
2	Aracuai	83442	-16.83	-42.05	289
3	Araxá	83579	-19.60	-46.93	1023.61
4	Arinos	83384	-15.91	-46.05	519
5	Bambuí	83582	-20.03	-46.00	661.27
6	Barbacena	83689	-21.25	-43.76	1126
7	Belo Horizonte	83587	-19.93	-43.93	915
8	Bom Despacho	83533	-19.71	-45.36	695
9	C. do Mato Dentro	83589	-19.01	-43.43	652
10	Caldas (P.de Caldas)	83681	-21.91	-46.38	1150
11	Caparão	83639	-20.51	-41.90	843.18
12	Capinópolis	83514	-18.71	-49.55	620.6
13	Curvelo	83536	18.75	-44.45	672
14	Diamantina	83538	-18.23	-43.64	1296.12
15	Divinópolis	83635	-20.16	-44.86	788.35
16	Espinosa	83338	-14.91	-42.85	569.64
17	Formoso	83334	-14.93	-46.25	840
18	Frutal	83574	-20.03	-48.93	543.67
19	Itamarandiba	83488	-17.85	-42.85	1097
20	Ituiutaba	83521	-18.96	-49.51	560
21	Janaúba	83395	-15.78	-43.3	516
22	Januário	83386	-15.45	-44.36	473.71
23	João Pinheiro	83481	-17.70	-46.16	760.36
24	Juiz de Fora	83692	-21.76	-43.35	939.96
25	Juramento	83452	-16.78	-43.71	650
26	Lavras	83687	-21.75	-45.00	918.84
27	Machado	83683	-21.66	-45.91	873.35
28	Mocambinho	83389	-15.08	-44.01	452
29	Montes Claros	83437	-16.68	-43.83	646.29
30	Paracatu	83479	-17.23	-46.88	712
31	Patos de Minas	83531	-18.51	-46.43	940.28
32	Pedra Azul	83393	-16,00	-41.28	648.91
33	Pirapora	83483	-17.35	-44.91	502.24
34	Pompeu	83570	-19.21	-45.00	690.91
35	Salinas	83441	-16.16	-42.30	471.32
36	São Lourenço	83736	-22.10	-45.01	953.2
37	Sete Lagoas	83586	-19.46	-44.25	732
38	Uberaba	83577	-19.73	-47.95	737
39	Unáí	83428	-16.36	-46.55	460
40	Viçosa	83642	-20.75	-42.85	689.73

Como 40 estações meteorológicas não foram suficientes para fazer uma cobertura espacial de dados em MG, optou-se por interpolar espacialmente os dados dessas estações. Para isso, foi utilizado o método de Cressman (1959). Nesse método são calculadas médias ponderadas, determinando o valor da variável em cada ponto de grade, como sendo somatória dos valores ponderados localizados a certa distância de tal ponto. Quanto mais próximo de uma estação estiver do ponto de grade, maior será a sua influência no valor desse ponto (ZIMERMANN et al., 2012).

A Figura 4 mostra que a interpolação espacial dos dados com o método de Cressman também não foi suficiente para cobrir espacialmente o estado de MG. Para contornar esse problema foram utilizados dados de pontos de grade de temperatura máxima e mínima da reanálise ERA-Interim (DEE et al., 2011) nas localizações com falhas espaciais dessas variáveis. Essa reanálise possui resolução horizontal de $0,75^\circ$ de latitude por longitude. Entretanto, antes da utilização da reanálise, foi efetuada uma comparação entre pontos de grade e dados medidos em estações meteorológicas.

Vários pontos de grade da reanálise foram comparados com dados medidos nas estações meteorológicas. A título de exemplo são apresentadas as comparações em dois pontos extremos de MG: Janaúba no norte e Lavras no sul do Estado para o caso da temperatura mínima (Figura 5). Nessas duas localidades, as séries temporais da ERA-Interim e do INMET apresentaram correlação acima de 0,9, indicando que a variabilidade temporal é bem representada pela reanálise; o que justifica a sua utilização para o preenchimento espacial das falhas. Além disso, foi realizada uma verificação da magnitude dos dados, para não utilizar valores discrepantes.

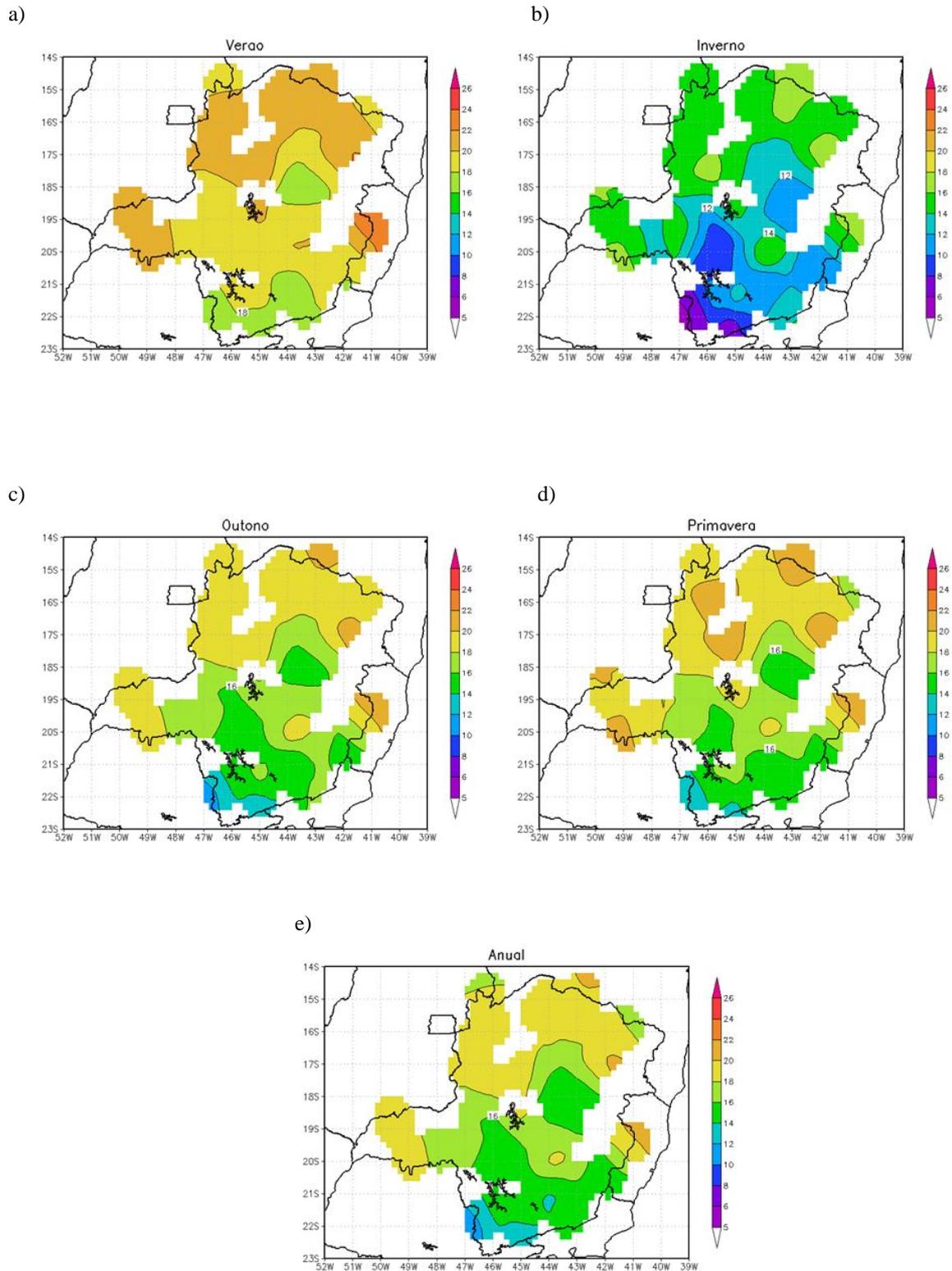
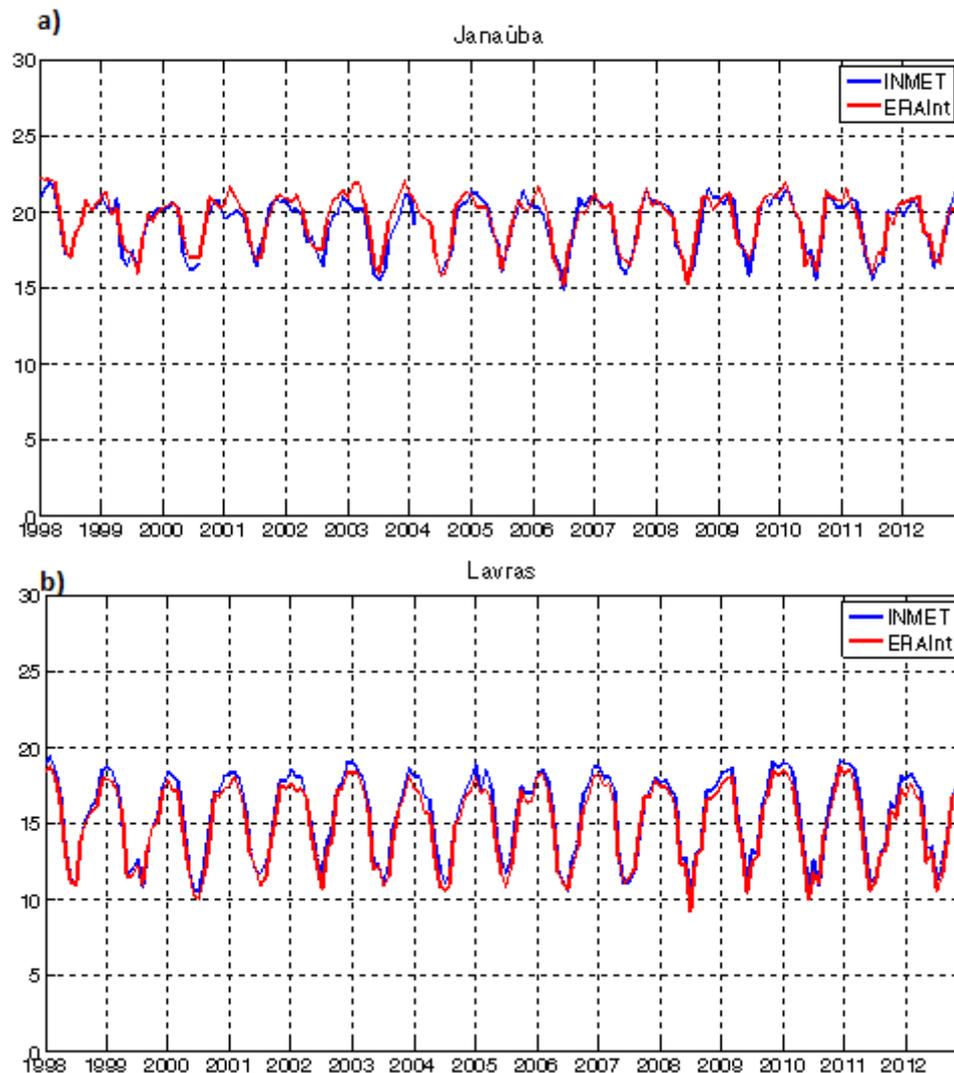


Figura 4 – Dados de temperatura mínima com a interpolação pelo método de Cressman de 1998 a 2012, (a) verão, (b) inverno, (c) outono, (d) primavera e (e) média anual.



“**Figura 5** - Séries temporais das médias mensais da temperatura mínima em Janaúba, latitude $15^{\circ}48'13''$ e longitude $43^{\circ}19'3''$ (a) e Lavras, latitude $21^{\circ}14'43''$ e longitude $44^{\circ}59'59''$ (b), no período de 1998 a 2012, na reanálise ERA-Interim (vermelho) e do INMET (azul).

Para sanar o problema das falhas espaciais da precipitação, foram utilizados dados do *Global Climatology Precipitation Centre* (GPCC) que possuem resolução horizontal de $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ de latitude por longitude (SCHNIDER et al., 2014). O método de “análises de observação” (dados interpolados em pontos de grade) tem sido utilizado por diferentes autores para o preenchimento de falhas da precipitação (NASCIMENTO et al., 2010; SILVA e REBOITA, 2014). A Figura 8 mostra a comparação de dados mensais de precipitação do GPCC com dados de estação do INMET de Lavras. A correlação entre os dados é de 0,96.

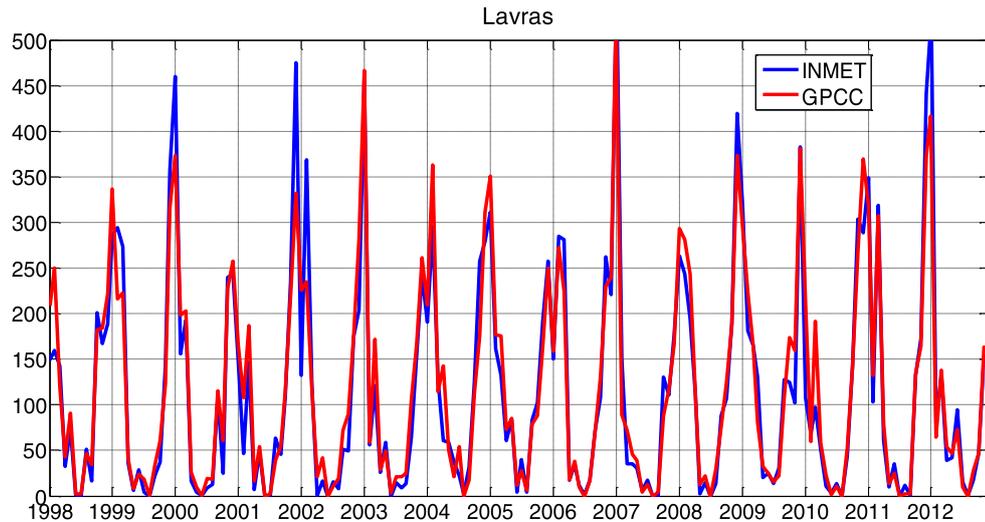


Figura 6 – Comparação de dados mensais de precipitação do GPCP com dados de estações de INMET da estação de Lavras, latitude 21° 14' 43" e longitude 44° 59' 59", no período de 1998 a 2012, GPCP (vermelho) e do INMET (azul).

Com os procedimentos descritos, foi possível a obtenção das séries temporais mensais das variáveis meteorológicas para vários municípios de MG. Posteriormente, tais séries foram fragmentadas por estações do ano para uma análise univariada.

5.2 DADOS SOCIOECONÔMICOS

Para os dados socioeconômicos foram coletadas informações sobre saúde, renda, escolaridade, saneamento básico e densidade demográfica. Na Tabela 2 podem ser observadas as variáveis utilizadas no estudo juntamente com os códigos atribuídos a tais variáveis. Os dados destas variáveis foram coletados por ano e a mediana foi utilizada como ponto de corte para a categorização das variáveis em 0 e 1, sendo (0) um fator de proteção e (1) um fator de risco para o surgimento de novos casos de dengue, de acordo com a Tabela 3, os valores de corte utilizados podem ser visualizados no anexo.

As variáveis socioeconômicas com as características dos municípios compuseram um banco de dados, onde todas as cidades foram analisadas em conjunto (anexo F) para que os resultados obtidos fossem do estado de Minas Gerais e não dos municípios separadamente. Os significados das variáveis podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Variáveis explanatórias (ambientais e socioeconômicas), com seus códigos e fonte de coleta dos dados.

Código	Variável	Fonte
DD	Densidade demográfica	IBGE
	Renda	
GINI	Índice de GINI	DATASUS
RM	Renda média	DATASUS
BR	Baixa Renda	DATASUS
TD	Taxa de desemprego	DATASUS
	Saúde	
CMI	Coefficiente de mortalidade infantil	DATASUS
	Escolaridade	
Analf G	Analfabetismo Geral	DATASUS
Analf 1	Mulheres sem instrução/1º ciclo fundamental incompleto	DATASUS
Analf 2	Mulheres com 1º ciclo fundamental completo/2º ciclo incompleto	DATASUS
Analf 3	Mulheres com 2º ciclo fundamental completo ou mais	DATASUS
	Saneamento básico	
Lixo	Coleta de lixo	IBGE
Água	Abastecimento de água	IBGE
	Variáveis meteorológicas	
TMP	Temperatura máxima primavera	INMET
TMV	Temperatura máxima verão	INMET
TMO	Temperatura máxima outono	INMET
TMI	Temperatura máxima inverno	INMET
TminP	Temperatura mínima primavera	INMET
TminV	Temperatura mínima verão	INMET
TminO	Temperatura mínima outono	INMET
TminI	Temperatura mínima inverno	INMET
Prec P	Precipitação primavera	INMET
Prec V	Precipitação verão	INMET
Prec O	Precipitação outono	INMET
Prec I	Precipitação inverno	INMET

Tabela 3 – Categorização das variáveis socioeconômicas.

Código da Variável	Categorização	Codificação
RM	Se a renda média da população for	\leq mediana 1 $>$ mediana 0
GINI	Se a desigualdade for	$>$ mediana 1 \leq mediana 0
BR	Se a baixa renda for	\geq mediana 1 $<$ mediana 0
TD	Se a taxa de desemprego for	\geq mediana 1 $<$ mediana 0
Analf G	Se o analfabetismo da população for	\geq mediana 1 $<$ mediana 0
Analf 1	Se a quantidade de Mulheres sem instrução ou 1º ciclo fundamental incompleto for	$>$ mediana 1 \leq mediana 0
Analf 2	Se a quantidade de Mulheres com 1º ciclo fundamental completo ou 2º ciclo incompleto for	$>$ mediana 1 \leq mediana 0
Analf 3	Se a quantidade de Mulheres com 2º ciclo fundamental completo ou mais for	$>$ mediana 0 \leq mediana 1
DD	Se a densidade demográfica for	$>$ mediana 1 \leq mediana 0
CMI	Se mortalidade infantil for	$>$ 20 ‰ 1 $<$ 20 ‰ 0

5.3 CÁLCULOS DA RAZÃO DE MORBIDADE PADRONIZADA (RMP) E CLASSIFICAÇÃO DOS VALORES DE INCIDÊNCIA.

Foram obtidos os dados de notificações por dengue para cada município de Minas Gerais e como o banco de dados do SINAN abrange um número maior de cidades a partir de 2008, esse trabalho restringiu-se aos anos de 2008 a 2012. As notificações foram coletas por ano, independente da estação do ano. Com esses dados foram calculados os “coeficientes de morbidade” (Equação 3), “o número “esperado” (Ie) de notificações (Equação 4) e a razão de morbidade padronizada (RMP) (Equação 5).

$$CI_{MG} = \frac{\text{notificações}}{Pop_{MG}} \times 100.000 \text{ habitantes} \quad (3)$$

$$Ie = CI(MG) \times Pop_{ix} \times 100.000 \text{ notificações} \quad (4)$$

onde:

Pop i, j = População no ano i, da cidade j, na série histórica estudada.

CI = Coeficiente de notificações por 100 mil habitantes.

$$RMP = \frac{\text{Notificação Observadas}}{\text{Notificações Esperadas}} \quad (5)$$

Um valor de RMP superior à unidade, ou maior do que “1” representa que o município possui uma força maior de apresentar notificações por dengue, quando comparado com municípios com valores de RMP próximos de 0.

Com os valores de RMP foram construídos mapas anuais do estado de Minas Gerais. Também foram produzidos mapas das regiões de alta incidência de dengue no Estado, utilizando a Equação 3. A classificação de valores das taxas de incidência de dengue do Programa Nacional de Controle da Dengue (PNCD) foi empregada para caracterizar as áreas do país de acordo com a taxa de incidência baixa, média e alta (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação de valores das taxas de incidência de dengue segundo PNCD

Classificação da área	Valor de referência da taxa de incidência (por 100.000 habitantes)
Baixa incidência	100
Área de média incidência	Entre 100 a 300
Área de alta incidência	Superiores a 300

5.4 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

O banco de dados do SINAN apresenta em seu cadastro 739 municípios que informam a presença ou ausência de casos de dengue anualmente, de forma que 114 cidades das 853 de MG não puderam ser estudadas. Das 739 presentes na lista do SINAN, 18 foram excluídas devido à dificuldade na obtenção de dados ambientais de temperatura e precipitação, sendo as cidades de Carneirinho, Comendador Gomes, Fronteira, Frutal, Itamogi, Itapagipe, Iturama, Limeira do Oeste, Pirajuba, Planura, São Domingo das Dores, São Francisco Sales, São José da Lapa, São Sebastião do Paraíso, São Thomás do Aquino, São Thomé das Letras, Sarzedo, União de Minas e a cidade de Doresópolis, por não apresentar informações sobre taxa de desemprego para o ano de 2000, o que impossibilitou a estimativa para essa variável. Por isso, esse trabalho foi realizado com 720 cidades.

Todos os anos de notificação foram estudados com as características socioeconômicas e ambientais do ano anterior, de forma que foram notificações de 2008 com variáveis 2007, 2009 – 2008, 2010 – 2009, 2011 – 2010 e 2012 – 2011, devido às notificações de dengue iniciarem em dezembro de um ano e se estenderem para o ano seguinte.

Para os anos de 2008, 2009, 2010 e 2012, as variáveis socioeconômicas utilizadas foram: índice GINI, coeficiente de mortalidade infantil, renda média, analfabetismo, taxa de desemprego, baixa renda. Já para o ano de 2011, além das variáveis descritas, foi possível à inclusão de outras: mulheres sem instrução ou com o 1º ciclo fundamental escolar incompleto, mulheres com o 1º ciclo completo e 2º ciclo incompleto, 2º ciclo fundamental

completo ou mais, taxa de abastecimento de água, coleta de lixo e densidade demográfica. O motivo para isso foi a disponibilidade destas informações no censo de 2010.

5.6 REGRESSÃO LOGÍSTICA MULTIVARIADA

A regressão logística multivariada é uma técnica que permite analisar a relação de uma variável dependente (RMP por dengue) com várias variáveis independentes. Ela representa duas possibilidades do evento estar ou não relacionado com as variáveis independentes, através de uma variável binária com valores de 0 e 1. Assim, todos os valores previstos devem se limitar a esse intervalo. Para que os valores fiquem restritos nesse intervalo converte-se os dados a uma probabilidade da razão de desigualdade (Equação 6) que permite que todos os valores fiquem entre o intervalo de 0 e 1, segundo Hair et al. (2009):

$$\frac{Prob_i}{(1 - Prob_i)} \quad (6)$$

Assim, é possível estimar os coeficientes para as variáveis independentes através do valor *logito*, ou log da variável dependente que calcula o *odds ratio* que é a razão de chance fornecida pela equação, segundo Hair et al. (2009):

$$Logit = \ln \left(\frac{prob\ evento}{1 - prob\ evento} \right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n \quad (7)$$

Cada coeficiente β é estimado a partir de um conjunto de dados pelo método da verossimilhança que fornece uma estimativa do logaritmo natural (ln) da razão de chance (RC) ajustando-se para todas as outras variáveis incluídas no modelo, podendo-se fazer uma estimativa direta da RC por meio do coeficiente β_1 .

Essa estimação é dada pelo valor de -2 vezes o logaritmo do valor da verossimilhança chamado de -2 log verossimilhança. O valor mínimo para -2log é 0, sendo um ajuste perfeito (verossimilhança = 1 e -2 log é então 0). Assim a probabilidade da ocorrência da variável dependente fica representada pela fórmula:

$$Prob(\gamma = 1) = \frac{1}{1 + e^{-g(x)}} \quad (8)$$

Para estimar o modelo multivariado foi utilizado o programa do Epi-Info 3.5.1 TM (CDC, 2008).

As variáveis, identificadas como significativas na análise univariada com valor de $p < 0,25$, foram incluídas no modelo utilizando o método progressivo passo a passo (*stepwise forward*) que incluiu as variáveis independentes uma de cada vez. A permanência das variáveis, para a definição do modelo mais bem ajustado, obedeceu ao critério de p menor ou igual 0,05 fundamentado no teste da máxima verossimilhança (HOSMER E LEMESHOW, 1989).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA

6.1.1 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL DAS CHUVAS EM MINAS GERAIS

Os setores leste, oeste e sul de MG (Figura 7) são mais chuvosos no verão e menos no inverno. No verão, a média da precipitação é de 350 a 700 (dependendo do setor do estado) e no inverno a média varia de 25 a 150 mm. Estes resultados são similares aos dos estudos de Reboita et al. (2012), Padilha e Satyamurty (2004) e Silva e Reboita (2013). Uma das explicações para o verão ser a estação do ano mais chuvosa é o deslocamento do ASAS para leste de sua posição climatológica favorecendo a entrada de umidade no continente; essa umidade, associada a outros processos como a atividade convectiva local e o sistema de monção, beneficia o estado de Minas Gerais com maiores precipitações. Já durante o inverno, com o enfraquecimento desses sistemas e o deslocamento do ASAS para próximo do continente, produzem condições desfavoráveis para a precipitação.

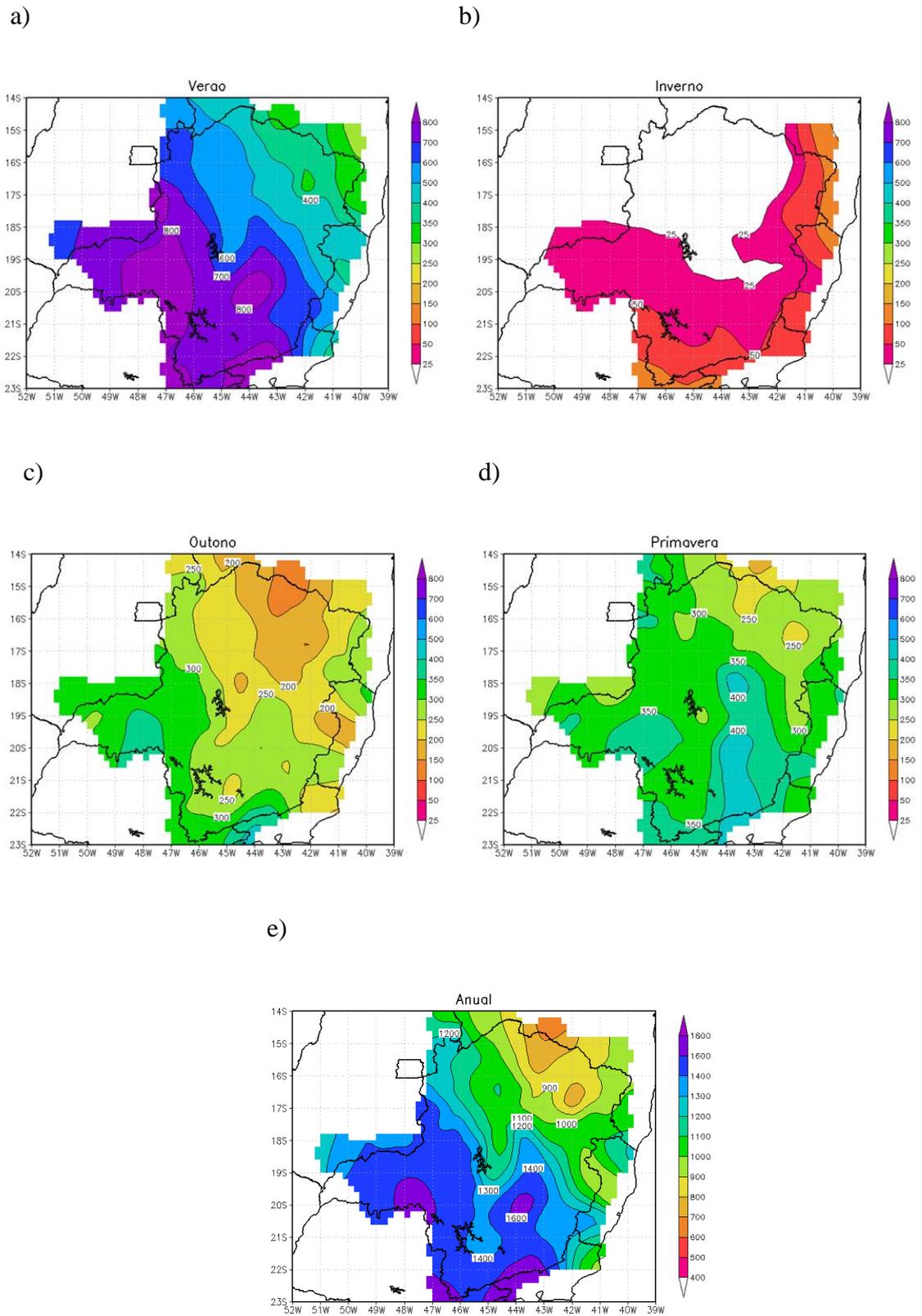
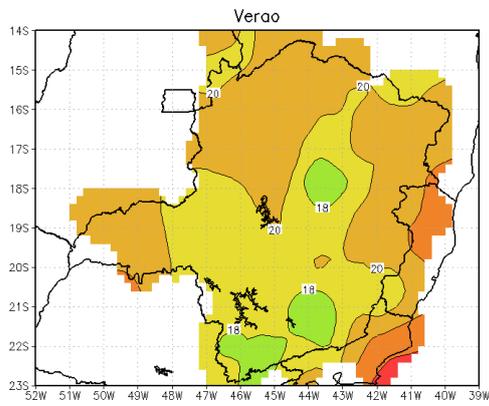


Figura 7 – Precipitação (mm) em Minas Gerais no período de 1998 a 2012, sendo (a) verão (b) inverno (c) outono (d) primavera (e) média anual.

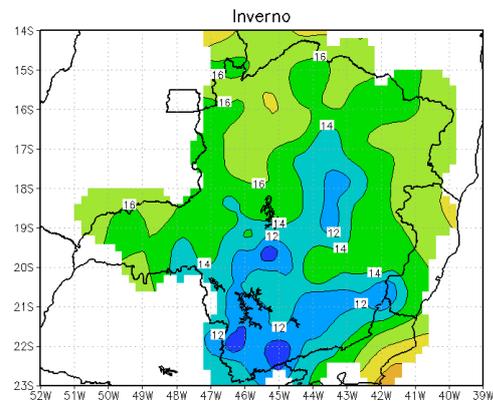
6.1.2 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL DA TEMPERATURA MÍNIMA EM MG

Minas Gerais, como ocupa uma grande área, cobre diferentes latitudes e possui relevo variado. Essas duas características influenciam o clima local. Quanto maior a altitude de uma região, menor será sua temperatura, já que o ar fica menos denso. Nos setores sul e central de MG, a altitude varia de 500 a mais de 1.200 metros em algumas áreas, o que as torna mais frias ao longo de todas as estações do ano e apresentando no inverno temperaturas mínimas de 10° a 14°C e no verão de 18° a 20°C (Figura 8). Nas regiões norte e leste, há a predominância de áreas com altitude de 200 a 500 m e as temperaturas são mais quentes em todo o ano, quando comparadas com as regiões sul e central temperaturas ficam entre 18° a 22°C no verão e 14° a 18°C no inverno. Vale lembrar que o setor norte do Estado é a região mais tropical, sendo, portanto, mais influenciado pelo aquecimento solar. A porção oeste apresenta a altitude entre 200 a 800 m e possui temperatura mínima entre 20° a 22° C no verão e de 14° a 18° C no inverno; resultados esses que corroboram com os trabalhos de Souza et al. (2006).

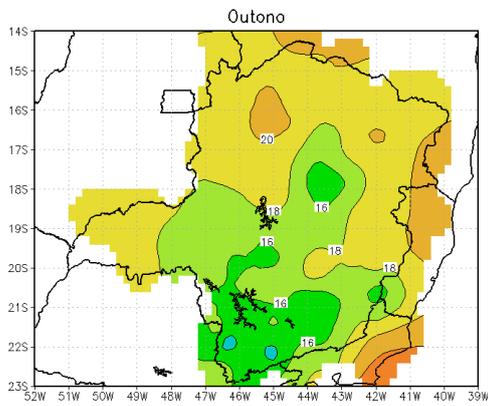
a)



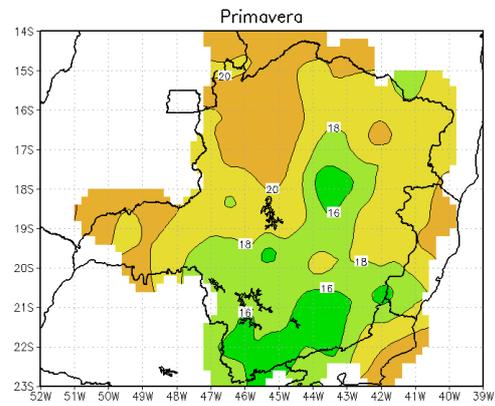
b)



c)



d)



e)

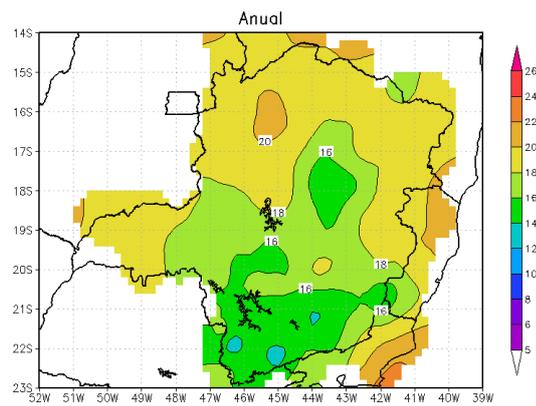


Figura 8 - Temperatura mínima (°C) em MG no período de 1998 a 2012, sendo: (a) verão, (b) inverno, (c) outono, (d) primavera, (e) média anual.

6.1.3 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL E ESPACIAL DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS EM MG

A temperatura máxima em MG (Figura 9) também apresenta variações de acordo com a altitude e latitude. As regiões sul e central do Estado são as que apresentam as maiores altitudes, o que torna a temperatura mais amena no verão quando comparada com as outras áreas. O sul e o centro de MG apresentam no verão 26° a 30° C e no inverno 24° a 28°C. Já no norte do Estado as temperaturas no verão são de 29° a 33°C e no inverno 26° a 32°C e no leste de 30° a 34°C no verão e 26° a 28°C no inverno, respectivamente.

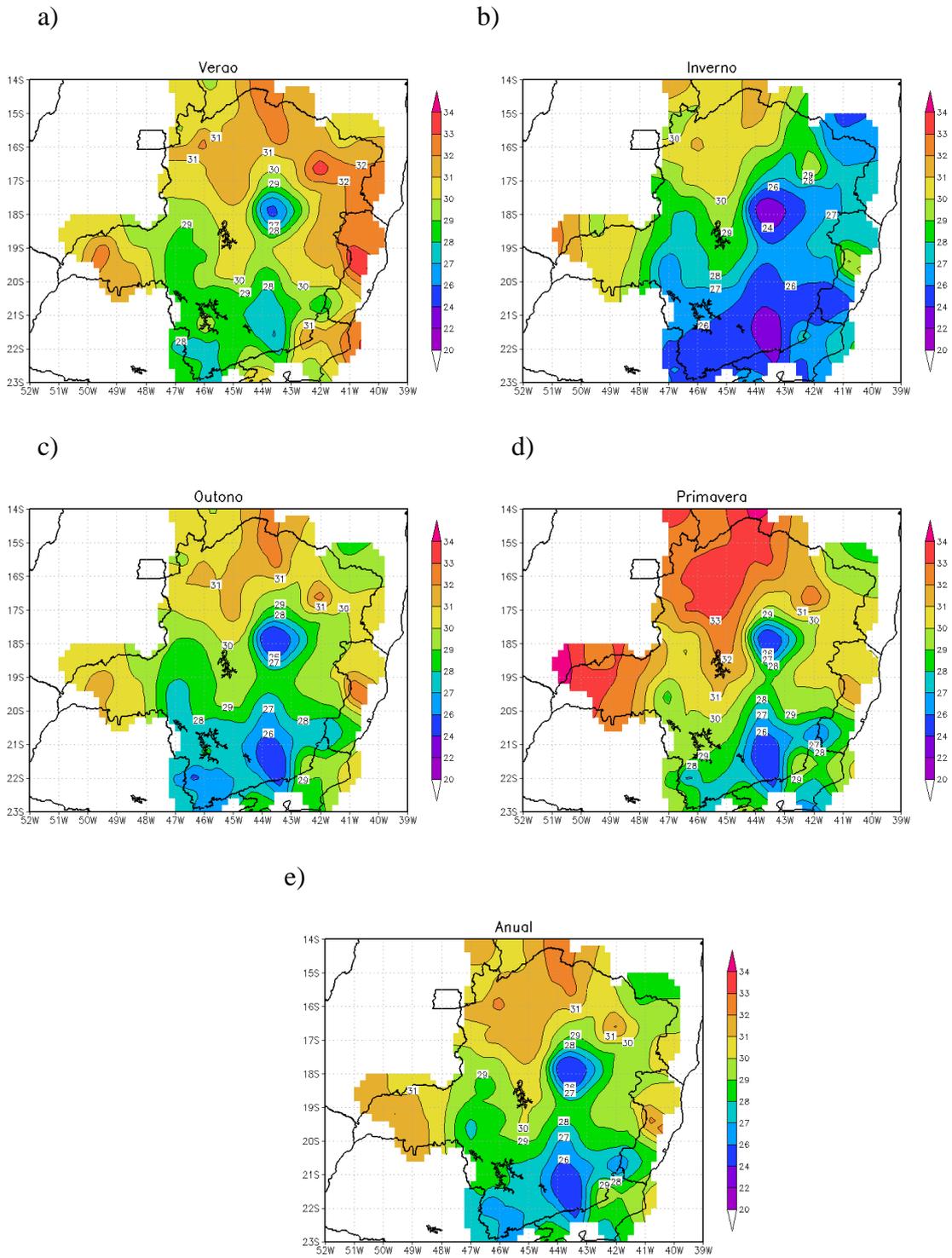


Figura 9 - Temperatura máxima ($^{\circ}$ C) em MG período de 1998 a 2012, (a) verão, (b) inverno, (c) outono, (d) primavera, (e) média anual.

6.2 REGIÕES DE ALTA INCIDÊNCIA DE DENGUE EM MG

As regiões de alta incidência de dengue no estado de Minas Gerais podem ser visualizadas na Figura 10, onde se destacam as regiões leste e oeste e algumas áreas da região central como as principais regiões com valores de incidência elevados, fato demonstrado nos mapas de 2008, 2009, 2011 e 2012; porém, no ano de 2010, essas áreas expandiram-se também para o norte e noroeste, intensificando a ocorrência em todas essas regiões.

No Quadro 2 encontra-se a taxa de incidência de dengue calculado pela equação 3 e a classificação da taxa de incidência de dengue para MG de acordo com o PNCD.

Quadro 2 – Classificação da incidência da dengue no estado de Minas Gerais.

Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Taxa incidência	303	352	1.173	196	183
Classificação	Alta	Alta	Alta	Média	Média

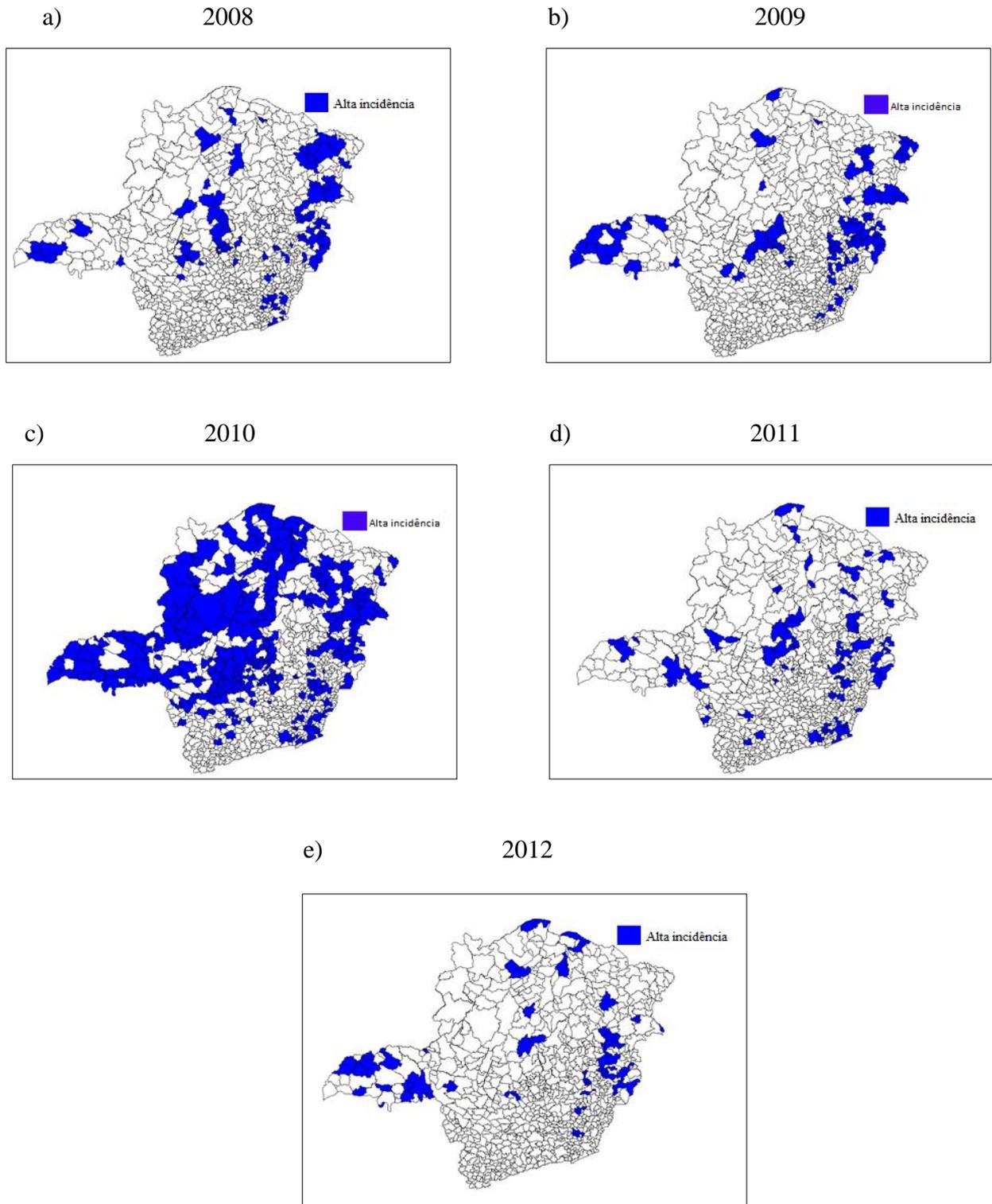


Figura 10 – Municípios de Minas Gerais com alta incidência de dengue nos anos de: (a) 2008, (b) 2009, (c) 2010, (d) 2011 e (e) 2012.

6.3 ANÁLISE DAS NOTIFICAÇÕES POR DENGUE DO ANO DE 2008

De acordo com os dados obtidos pelo SINAN, no ano de 2008, houve 422 cidades com notificações de dengue. As regiões leste, central e oeste de Minas Gerais, são aquelas com maior concentração de municípios notificados de acordo com os valores de RMP da Figura 11, onde as áreas brancas do mapa representam municípios silenciosos, sem casos de dengue.

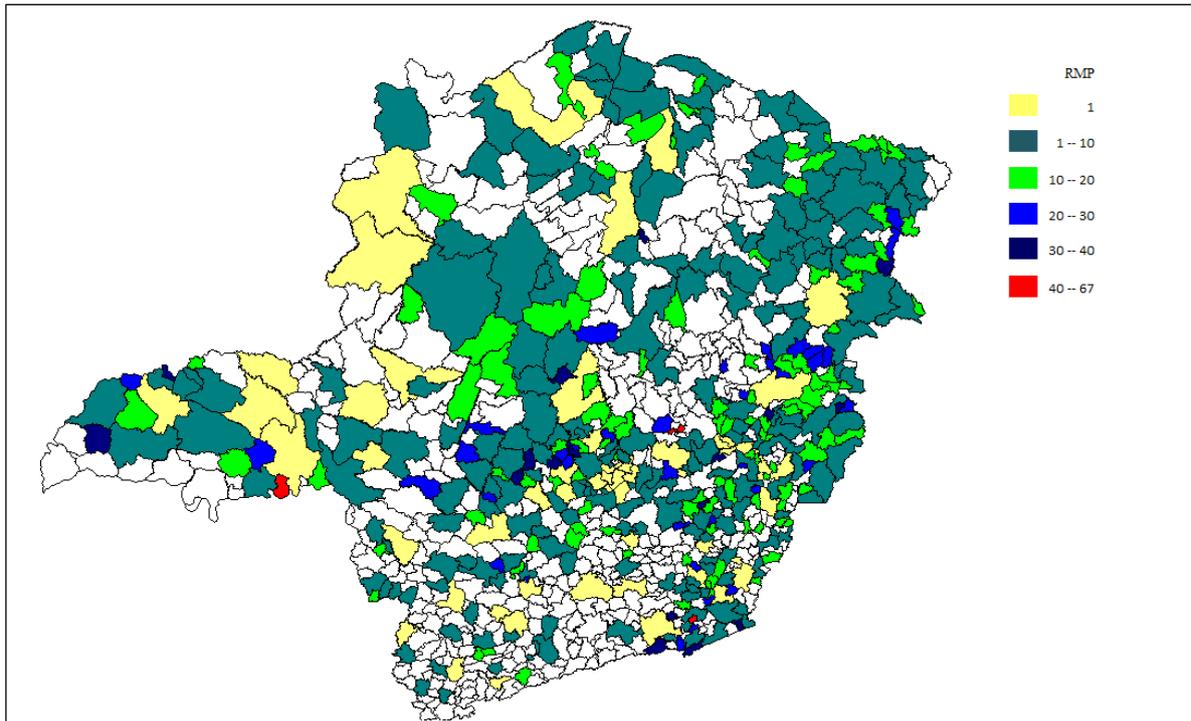


Figura 11 – Distribuição de valores de RMP por dengue, nos município de Minas Gerais em 2008.

A distribuição dos casos notificados de dengue, por mês, pode ser visualizada na Figura 12. Os casos de dengue expressam-se com maior intensidade no outono e com maiores notificações em abril.

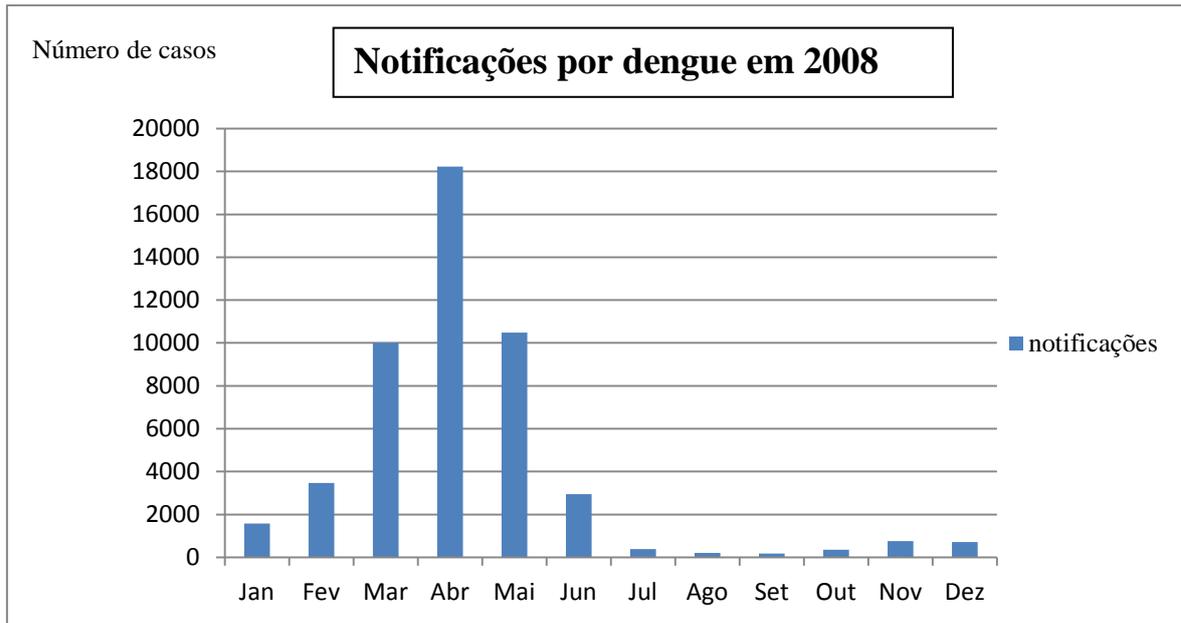


Figura 12 – Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2008.

A análise univariada dos casos de dengue em 2008 pode ser observada na Tabela 4 com o resultado para todas as variáveis e as que foram significativas encontram-se hachuradas em verde, com os valores de RC, IC (95%) e valor de p das variáveis explanatórias.

Tabela 4 – Análise univariada apresenta as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2008 - 2007.

Variável explanatória	RC	IC (95%)	P
Analf G	0,73	0,50 - 1,08	0,119
GINI	0,45	0,30 - 0,67	0,001
CMI	3,74	2,49 - 5,59	<0,001
Prec I	0,99	0,98 - 1,00	0,160
Prec O	1,00	0,99 - 1,01	0,059
TD	1,56	1,06 - 2,30	0,023
TminP	1,07	0,95 - 1,21	0,202
TminV	1,24	1,05 - 1,47	0,009
TMO	1,23	1,05 - 1,44	0,009
TMV	1,17	1,04 - 1,33	0,007
BR	0,97	0,66 - 1,45	0,919
Prec P	0,99	0,99 - 1,00	0,782
Prec V	1,00	0,99 - 1,00	0,984
RM	1,22	0,82 - 1,82	0,313
TMI	0,99	0,89 - 1,12	0,977
TminI	1,02	0,94 - 1,12	0,509
TminO	1,03	0,89 - 1,19	0,684
TMP	1,03	0,94 - 1,13	0,487

O modelo multivariado de melhor ajuste para as notificações por dengue para o ano de 2008 apresentou o valor de $p < 0,001$ que contém as variáveis explanatórias índice GINI, coeficiente de mortalidade infantil, precipitação no inverno, precipitação no outono, temperatura máxima no verão. As demais variáveis foram retiradas por não serem significativas para o modelo. As etapas de inclusão estão representadas na Figura 13.

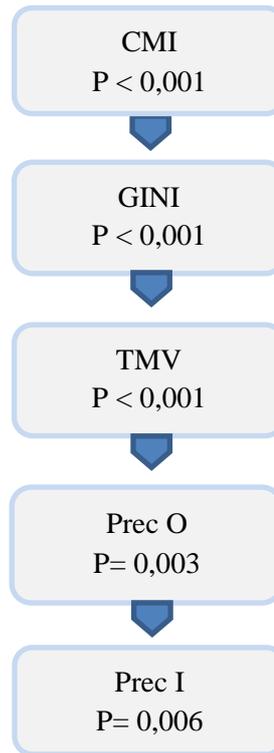


Figura 13 – Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias significativas para o ano de 2008 -2007.

Tabela 5 – Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2008 – 2007.

Variável explanatória	Coefficiente	RC	IC (95%)
GINI	-0,9422	0,38	0,25 - 0,60
CMI	1,3098	3,7	2,42 - 5,66
Prec I	-0,0185	0,98	0,96 - 0,99
Prec O	0,0121	1,01	1,00 - 1,02
TMV	0,2957	1,34	1,16 - 1,54
Constante	-9,6745	*	*

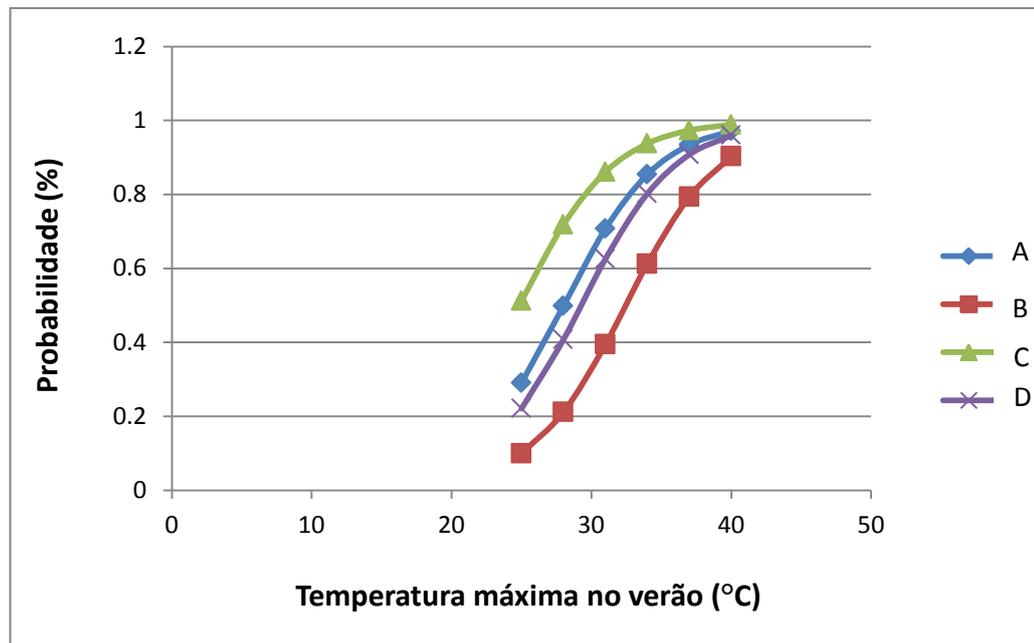
A observação dos valores da razão de chance (RC) da Tabela 5 revela que o índice de GINI mostrou-se como um fator de proteção com chance de 0,38 vezes de apresentar casos de dengue em comparação aos inferiores do valor citado. O coeficiente de mortalidade infantil (CMI) é uma variável muito sensível a ações que possam melhorar a qualidade de vida da população, muitos municípios apresentam valor de CMI acima de 20 por 100.000 nascidos

vivos, apresentam chance de 3,70 vezes em comparação a municípios em situações mais favoráveis. Precipitação no inverno é um fator de proteção para as notificações por dengue, tendo 0,98 vezes a chance de apresentar casos de dengue quando comparados há anos com menor precipitação nesse período. A precipitação no outono e a temperatura máxima no verão comportam-se como uma situação de risco, sendo a temperatura máxima corresponde a um risco de 1,34 vezes, com chance de notificações em comparação a valores inferiores a esse valor.

A probabilidade da ocorrência de dengue, em função das variáveis independentes do modelo ajustado, é representado pela Equação 8:

$$g(x) = -9,6745 + (-0,9422)(GINI) + 1,3098(CMI) + (-0,0185)(Prec I) + 0,0121(Prec O) + 0,2957(TMV)$$

Com essa equação é possível representar a probabilidade das variáveis: desigualdade (GINI), coeficiente de mortalidade infantil, precipitação no inverno, precipitação no outono e temperatura máxima no verão interferiram nos casos de dengue no Estado. Com a equação 8 foi possível produzir diferentes cenários, Figura 14.



Legenda:

Curva	Descrição do cenário
A	Desigualdade acima da mediana (1) e coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1)
B	Desigualdade acima da mediana (1) e coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0)
C	Desigualdade abaixo da mediana (0) e coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1)
D	Desigualdade abaixo da mediana (0) e coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0)

Figura 14 – Estimativa da razão de chance baseado nos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil e temperatura máxima no verão, sobre os casos de dengue em Minas Gerais em 2008.

As estimativas na Figura 14 demonstram que há probabilidade de elevação da força de notificação de dengue com o aumento da temperatura máxima de verão. A estimativa também permite observar que municípios com coeficientes de mortalidade infantil, acima da mediana para o ano analisado, têm uma maior probabilidade de notificação do agravo. Além disso, verifica-se que municípios considerados menos desiguais, expressos pelo índice de GINI, têm

maior força de notificação, evidenciado na curva A. Inicialmente, pode parecer contraditório, mas a justificativa de maior notificação reside na hipótese de que estes municípios devem apresentar uma estrutura mais consistente, sobretudo na área da saúde, para favorecer a notificação.

6.4 ANÁLISE DAS NOTIFICAÇÕES POR DENGUE DO ANO DE 2009

Em 2009, foram 385 cidades com notificações por dengue. As maiores forças de notificações do agravo, expresso pelo valor de RMP ocorreram em diferentes regiões, atingindo o maior número de municípios nas regiões, leste, central, oeste e norte de Minas Gerais, baseado nos cálculos da razão de morbidade padronizada na Figura 15.

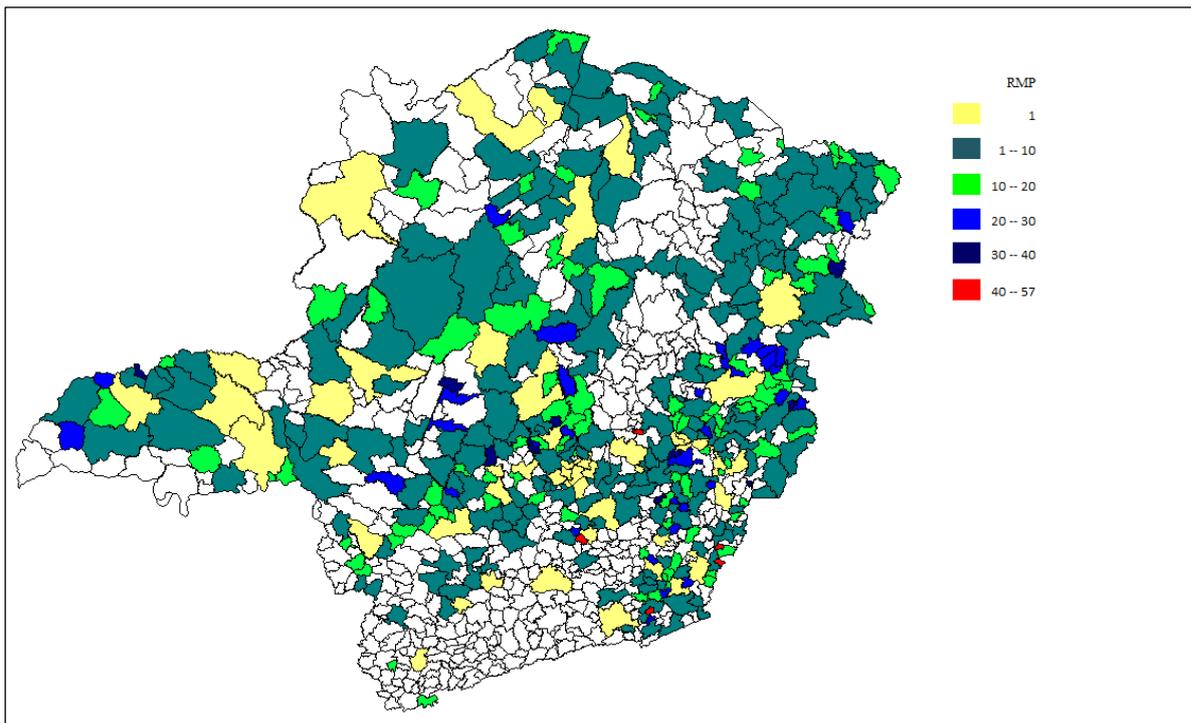


Figura 15 – Distribuição de valores de RMP por dengue, dos municípios de Minas Gerais em 2009.

O outono foi o período com maior número de notificações atingindo 15.000 casos no mês de março, e pouco mais de 13.000 em abril, observado na Figura 16.

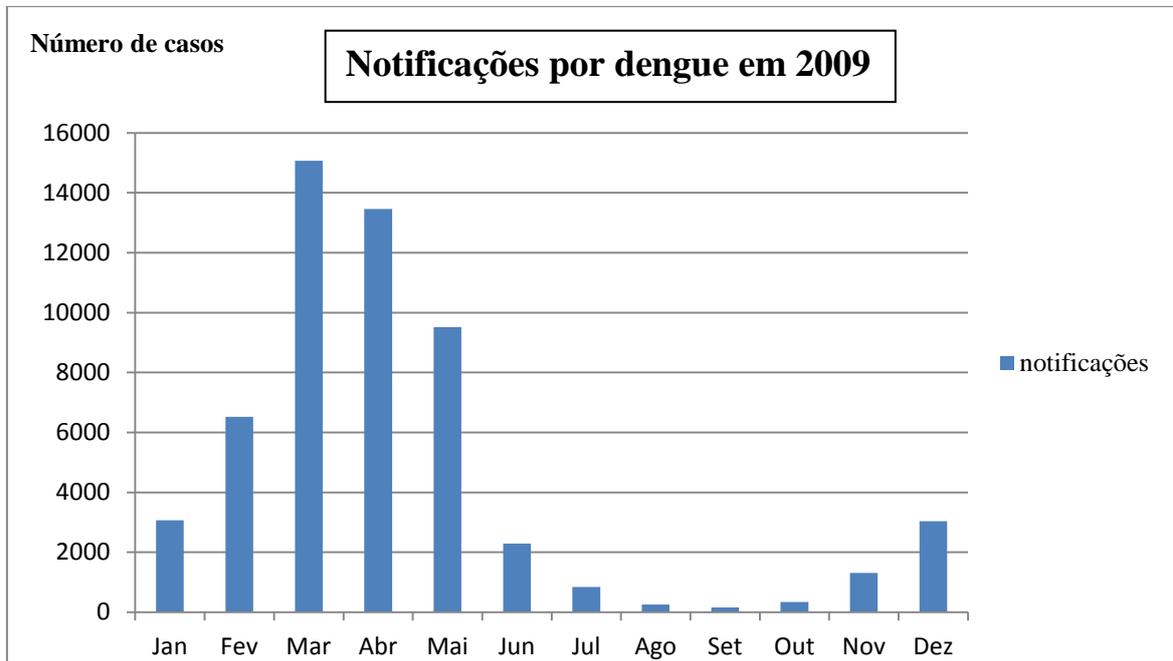


Figura 16 – Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2009.

A análise univariada dos casos de dengue em 2009 pode ser observada na Tabela 6 com o resultado para todas as variáveis e as que foram significativas encontram-se hachuradas em verde, com os valores de RC, IC (95%) e valor de p das variáveis explanatórias.

Tabela 6 –Resultado da análise univariada, as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2009 - 2008.

Variável explanatória	RC	IC (95%)	P
BR	2,88	1,90 - 4,37	<0,001
GINI	2,86	1,89-4,33	<0,001
Prec O	0,99	0,98- 0,99	0,0001
Prec P	1,00	1,00-1,01	0,0085
Prec V	0,99	0,99-1,00	0,0603
CMI	7,82	4,96- 12,35	<0,001
TD	0,75	0,50 -1,12	0,1692
TminO	1,15	0,98 -1,34	0,0728
TminV	1,16	0,98-1,37	0,0665
TMO	1,12	0,97- 1,29	0,0979
TMV	1,17	1,01 -1,36	0,0279
Analf G	3,67	2,41 -5,59	<0,001
RM	4,03	2,63-6,16	<0,001
Prec I	0,99	0,98 -1,00	0,3264
TMI	1,01	0,90 - 1,12	0,8337
TminI	1,03	0,93 - 1,15	0,5150
TminP	0,99	0,88-1,11	0,9688
TMP	1,03	0,95 - 1,11	0,4249

O modelo multivariado de melhor ajuste para as notificações por dengue para o ano de 2009-2008 apresentou o valor de $p < 0,001$ e contém as variáveis explanatórias: GINI, renda média, analfabetismo geral, coeficiente de mortalidade infantil, precipitação no verão. A ordem de inclusão no modelo multivariada encontra-se na Figura 17. Já a Tabela 7 apresenta os resultados obtidos da análise multivariada com os valores de coeficiente, RC e IC 95% das variáveis explanatórias.

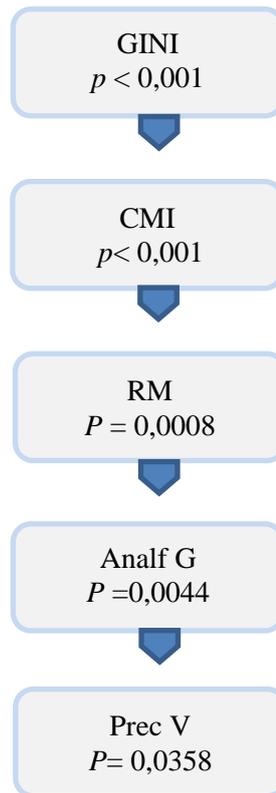


Figura 17 – Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias, significativas para o ano de 2009 – 2008.

Tabela 7 – Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2009 – 2008.

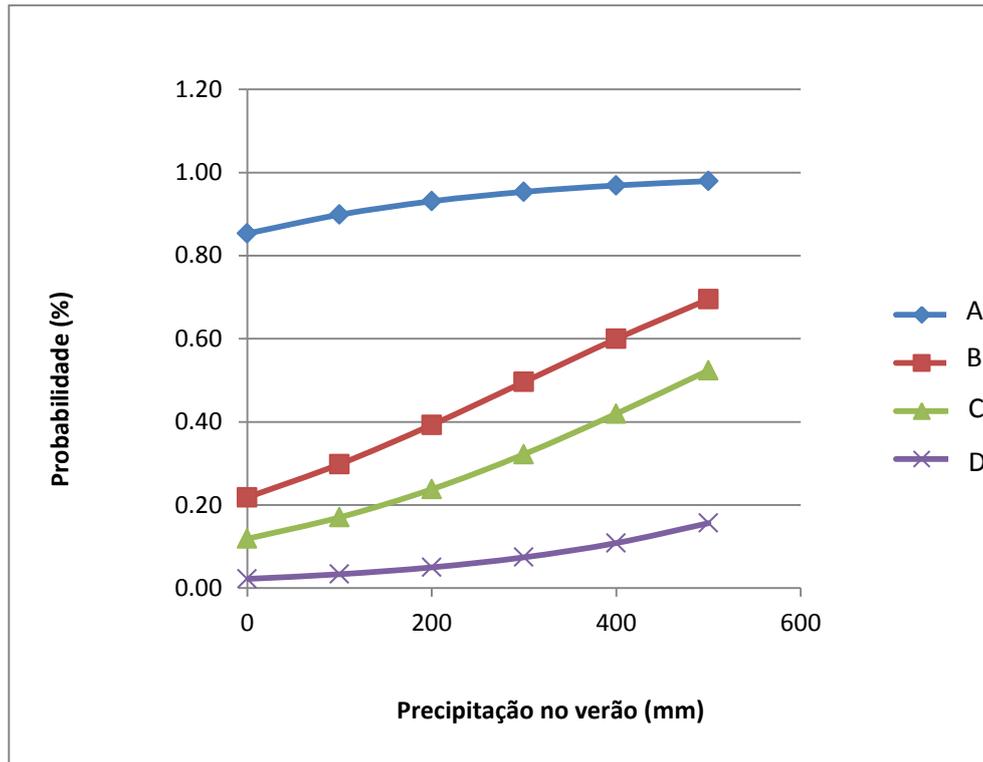
Variável explanatória	Coefficiente	RC	IC (95%)
GINI	1,4027	4,06	2,30 - 7,16
RM	1,2552	3,50	1,68 - 7,28
Analf G	1,1075	3,02	1,41- 6,48
CMI	1,7819	5,94	3,58- 9,85
Prec V	0,0042	1,00	0,99 -1,00
Constante	-3,7863	*	*

Todas as variáveis ajustadas para o modelo corresponderam a uma situação de risco para o surgimento de casos de dengue, o coeficiente de mortalidade infantil representou 5,94 vezes a chance de apresentar casos de dengue quando comparados com municípios com menores índices de mortalidade. O GINI representa 4,06 vezes, renda média com 3,50, analfabetismo geral 3,02 e a precipitação no verão 1,00.

A probabilidade da ocorrência de dengue, em função das variáveis independentes do modelo ajustado, é representada pela Equação 8:

$$g(x) = -3,7863 + 1,4027(\text{GINI}) + 1,2552 (\text{RM}) + 1,1075 (\text{Analf G}) + 1,7819 (\text{CMI}) + 0,0042 (\text{PrecV})$$

Com essa equação é possível representar a probabilidade da desigualdade (GINI), renda média, analfabetismo geral, coeficiente de mortalidade infantil, precipitação no verão de interferir nos casos de dengue no Estado.



Legenda:

Curva	Descrição dos cenários
A	Coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1), renda média acima da mediana (1) e analfabetismo geral acima da mediana (1).
B	Coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0), renda média abaixo da mediana (0) e analfabetismo geral acima da mediana (1).
C	Coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1), renda média abaixo da mediana (0) e analfabetismo geral abaixo da mediana (0).
D	Coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0), renda média abaixo da mediana (0) e analfabetismo geral abaixo da mediana (0).

Figura 18 – Estimativa da probabilidade baseado nos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, renda média, analfabetismo geral e precipitação no verão, sobre os casos de dengue em Minas Gerais em 2009.

A Figura 18 apresenta a estimativa da probabilidade da elevação da força de notificação, em situações da curva “A” de alta desigualdade, baixos investimentos em saúde, com renda média abaixo da mediana e com uma população com pouca escolaridade, com maior probabilidade de agravo das notificações, quando comparado à situações contrárias.

6.5 ANÁLISE DAS NOTIFICAÇÕES POR DENGUE DO ANO DE 2010

No ano de 2010, houve 602 cidades com notificações, sendo o ano com maior número de cidades com dengue, entre os anos estudados. A distribuição de valores de razão de morbidade padronizada, Figura 19, mostra que os municípios, que se encontravam silenciosos para notificações de dengue em 2008 e 2009, em 2010 apresentaram valores relevantes, principalmente nas regiões norte e sul.

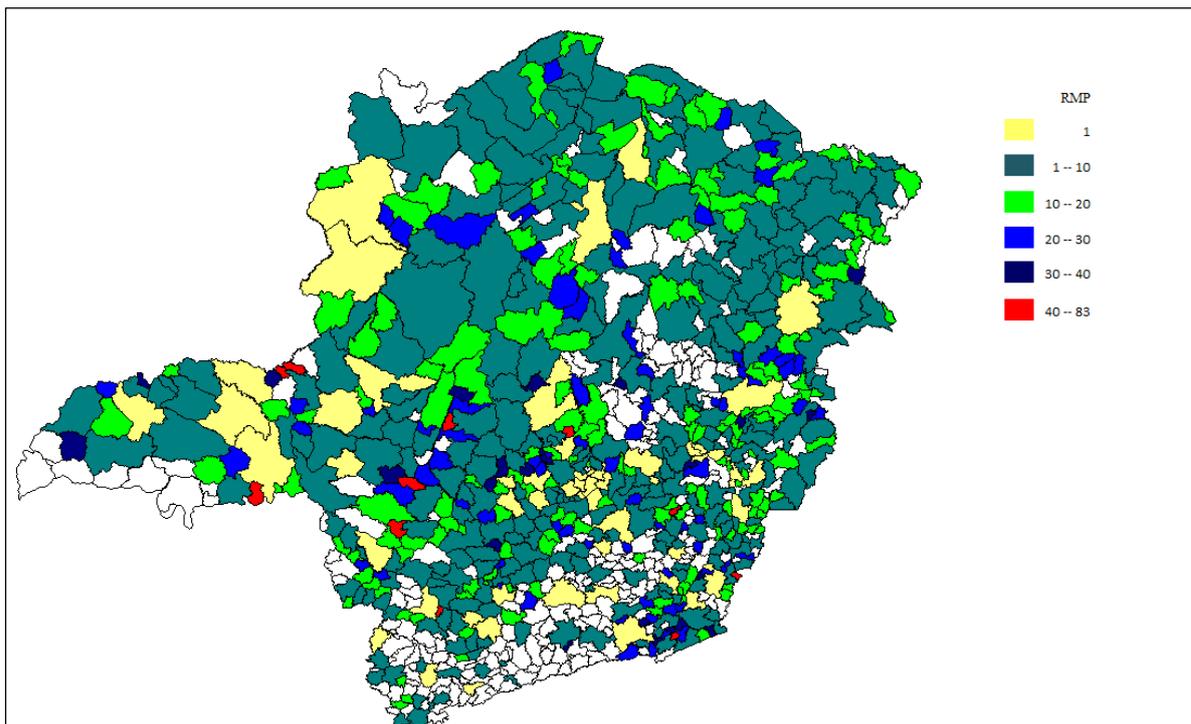


Figura 19 – Distribuição de valores de RMP por dengue, dos municípios de Minas Gerais 2010.

Na Figura 20, é possível observar que o número de pessoas infectadas no Estado superou os valores dos anos anteriores. A análise univariada de 2010 pode ser visualizada na Tabela 8, para as variáveis significativas, onde as variáveis: temperatura mínima na primavera, temperatura mínima e máxima no inverno, temperatura máxima no outono, tiveram uma das caselas com valor nulo, impossibilitando a análise.

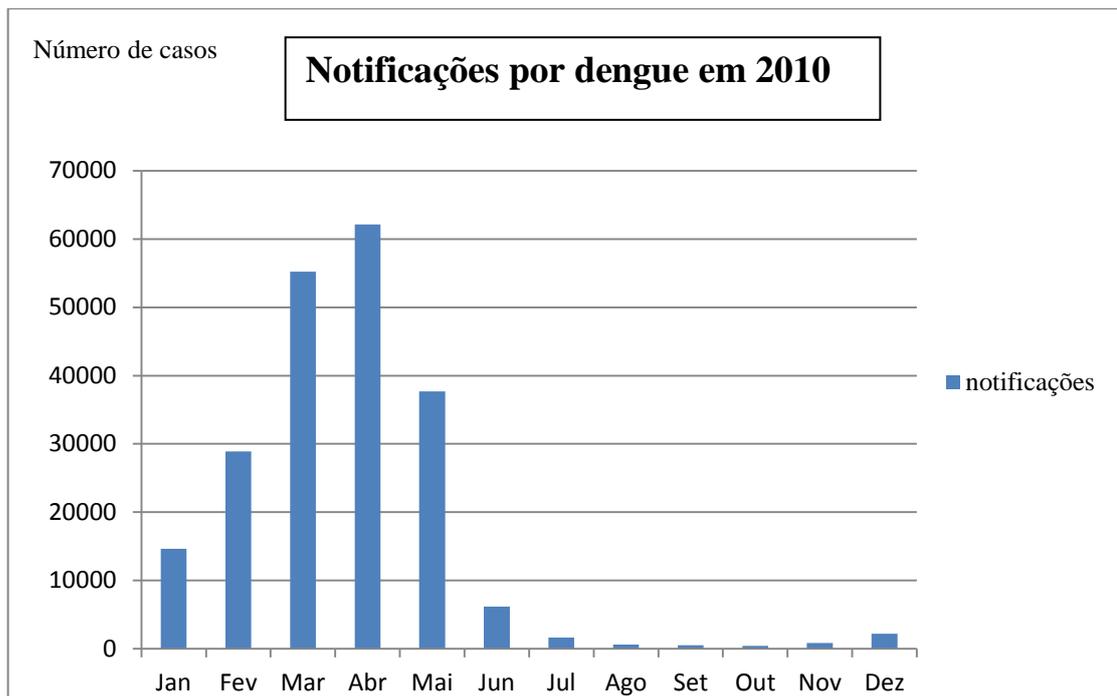


Figura 20 – Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2010.

Tabela 8 – Apresenta o resultado da análise univariada, das razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias para as notificações por dengue no ano de 2010 - 2009.

Variável explanatória	RC	IC (95%)	P
Prec V	0,99	0,99 - 10,00	0,103
CMI	54,59	38,47 - 77,46	<0,001
TD	0,77	0,56 - 10,69	0,121
TminO	11,43	10,09 - 12,96	0,034
TminV	11,78	10,26- 13,52	0,020
TMO	1,08	0,99 -1,19	0,069
TMP	10,75	0,98 - 11,78	0,122
Analf G	29,56	21,22- 41,19	<0,001
Gini	0,29	0,211 - 0,41	<0,001
Prec I	0,99	0,984 - 10,02	0,153
RM	31,93	22,88- 44,55	<0,001
BR	22,75	16,41- 31,52	<0,001
Prec P	0,99	0,99 -1,00	0,532
Prec O	0,99	0,99 - 10,02	0,467

As variáveis: analfabetismo geral, índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil foram as variáveis que melhor se ajustaram ao modelo multivariado, Tabela 9, que apresentou valor de $p < 0,001$. A ordem de inclusão das variáveis no modelo pode ser visualizada na Figura 21.

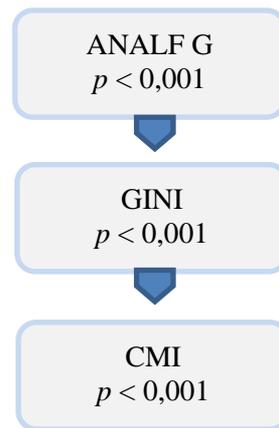


Figura 21 – Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias, significativas para o ano de 2010 -2009.

Tabela 9 – Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2010 – 2009.

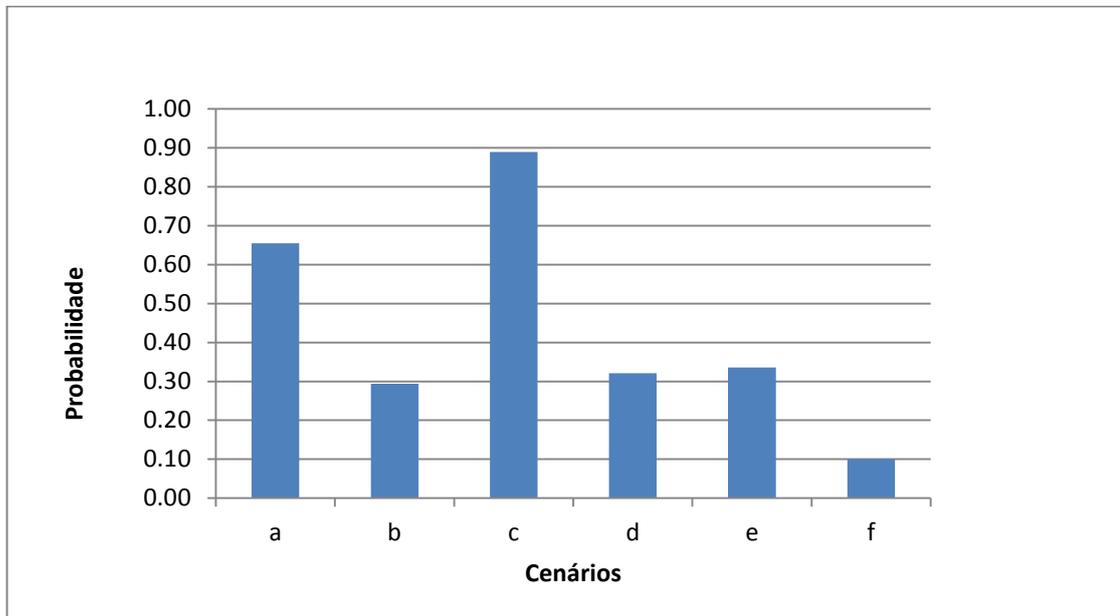
Variáveis explanatórias	Coefficiente	RC	IC (95%)
CMI	1,5151	4,54	3,12-6,63
Analf G	1,3218	3,75	2,51-5,59
GINI	-1,4487	0,23	0,15-0,35
Constante	-0,7489	*	*

O coeficiente de mortalidade infantil e o analfabetismo geral mostraram-se como fatores de risco para o surgimento de casos de dengue, quando comparado com valores menores que 3,75 para o analfabetismo geral e 4,54 para o coeficiente de mortalidade infantil. Já o índice de GINI foi um fator de proteção para esse ano, diminuindo em 0,23 vezes as chances de apresentar casos de dengue.

A probabilidade da ocorrência de dengue, em função das variáveis independentes do modelo ajustado, é representada pela Equação 8:

$$g(x) = -0,7489 + 1,5151 (\text{CMI}) + 1,3218 (\text{Analf G}) + (-1,4487)(\text{GINI})$$

Com essa equação é possível representar a probabilidade das variáveis: coeficiente de mortalidade infantil, analfabetismo geral e índice de GINI, de interferir nos casos de dengue no Estado, e calcular probabilidades em outras situações.



Legenda:

Coluna	Descrição dos cenários
A	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1) e o analfabetismo da população acima da mediana (1).
B	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0) e o analfabetismo da população acima da mediana (1).
C	Desigualdade abaixo da mediana (0), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1) e o analfabetismo da população acima da mediana (1).
D	Desigualdade abaixo da mediana (0), coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0) e o analfabetismo da população abaixo da mediana (0).
E	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1) e o analfabetismo da população abaixo da mediana (0).
F	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0) e o analfabetismo da população abaixo da mediana (0).

Figura 22 – Estimativa de probabilidade, baseada nos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, analfabetismo geral, sobre casos de dengue em Minas Gerais em 2010.

Na estimativa mostrada na Figura 22, em situações de desigualdade abaixo da mediana, coeficiente de mortalidade acima da mediana e analfabetismo acima da mediana a probabilidade de elevação da força de notificação de dengue aumenta em valores próximos a 90%.

6.6 ANÁLISE DAS NOTIFICAÇÕES POR DENGUE DO ANO DE 2011

Em 2011, houve uma redução dos municípios com dengue, passando de 602 municípios em 2010, para 499 em 2011. A Figura 23 mostra que alguns municípios de todas as regiões mostraram-se silenciosos para a dengue nesse ano.

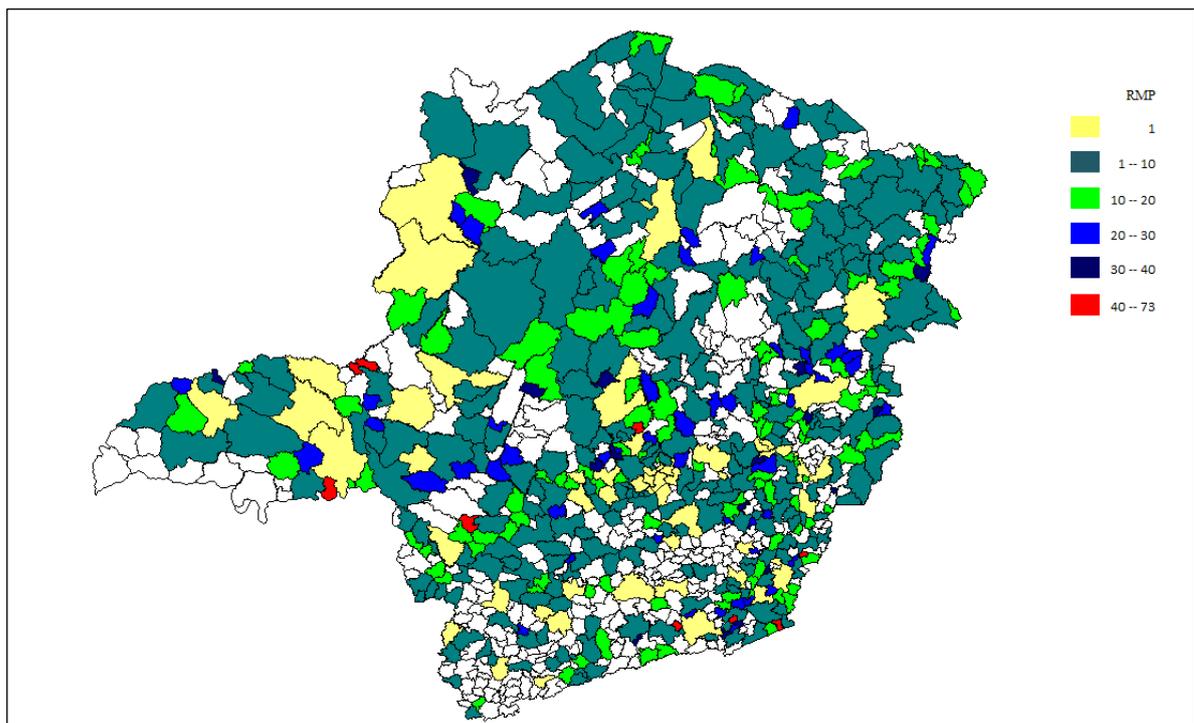


Figura 23 – Distribuição de valores de RMP por dengue, dos municípios de Minas Gerais em 2011.

Os casos de dengue expressaram-se com maior intensidade nos meses de março, abril e maio (Figura 24).

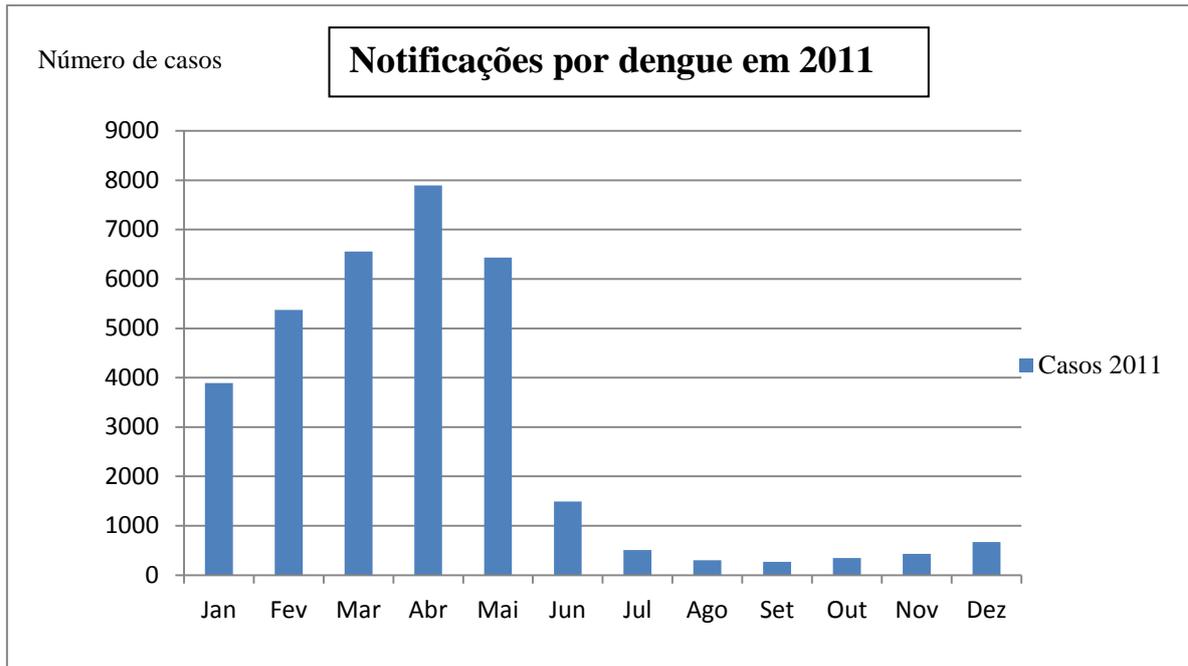


Figura 24 – Casos de notificações por mês do estado de Minas Gerais em 2011.

A análise univariada pode ser visualizada na Tabela 10, onde além das variáveis analisadas nos anos 2008, 2009, 2010 e 2012, foi possível a inclusão de outras variáveis: saneamento básico, densidade demográfica e escolaridade das mulheres, disponibilizadas pelo Censo de 2010, levando a uma análise mais detalhada.

Tabela 10 – Análise univariada apresentando as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2011.

Variável explanatória	RC	IC (95%)	P
AnalfG	3,67	2,54 - 5,32	<0,001
BR	2,88	2 - 4,13	<0,001
GINI	0,30	0,21- 0,44	<0,001
Prec I	1,01	0,99-1,02	0,177
Prec O	0,99	0,99-1,00	0,131
Prec P	0,99	0,99 -1,01	0,043
Prec V	0,99	0,99 -1,00	<0,001
RM	4,17	2,87-6,06	<0,001
CMI	9,05	6 - 13,63	<0,001
TD	0,80	0,56-1,14	0,227
TminI	1,05	0,97- 1,13	0,223
TminO	1,13	0,99-1,28	0,051
TminP	1,15	1,03-1,28	0,012
TMO	1,16	1,02-1,32	0,020
TMP	1,04	0,97-1,12	0,199
TMV	1,17	1,07-1,30	<0,001
Analf1	1,03	0,98-1,08	0,162
Analf2	1,06	1,02 - 1,10	<0,001
Água	1,16	0,81-1,65	0,395
DD	1,00	0,99-1,00	0,827
Lixo	1,09	0,76-1,55	0,622
TMI	0,98	0,90-1,07	0,761
TminV	1,07	0,94-1,23	0,275
Analf3	0,99	0,97-1,01	0,463

A ordem de inclusão das variáveis no modelo multivariado pode ser visualizada na Figura 25.

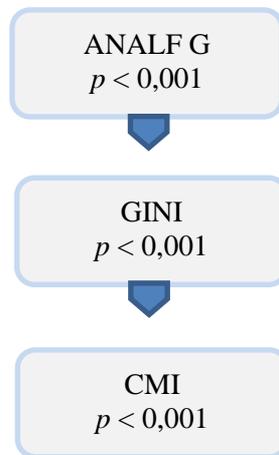


Figura 25 – Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias significativas para o ano de 2011 – 2010.

O modelo multivariado de melhor ajuste para as notificações por dengue para o ano de 2011 apresentou as variáveis: analfabetismo geral, índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, com valor de $p < 0,001$, demonstrados na Tabela 11, com os valores de coeficiente, RC e IC 95% das variáveis explanatórias.

Tabela 11 – Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razões chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2011 – 2010.

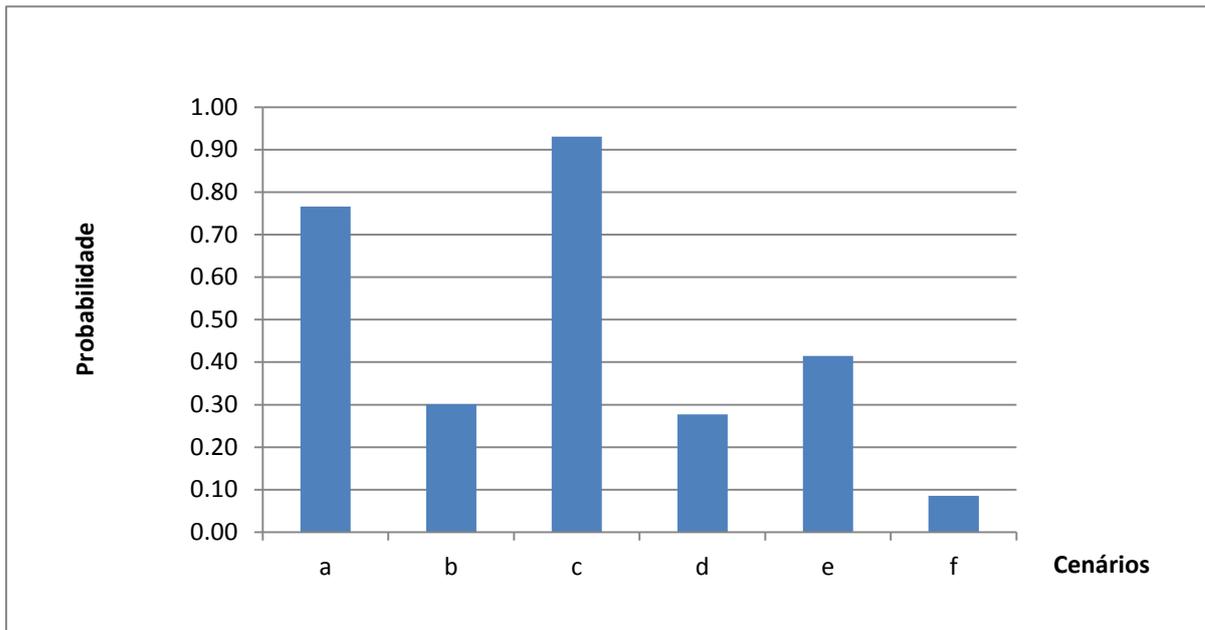
Variável explanatória	Coefficiente	RC	IC (95%)
Analf G	1,5301	4,61	2,89 - 7,35
GINI	-1,4098	0,24	0,15 - 0,38
CMI	2,0253	7,57	4,86 - 11,80
Constante	-0,9603	*	*

Na análise multivariada da Tabela 11, o índice de GINI apresentou-se como um fator de proteção de 0,24 vezes quando comparado com valores maiores, enquanto que o analfabetismo geral e o coeficiente de mortalidade infantil corresponderam a um risco, sendo 4,61 vezes para o analfabetismo e 7,57 vezes para o coeficiente de mortalidade infantil.

A probabilidade da ocorrência de dengue, em função das variáveis independentes do modelo ajustado, é representada pela Equação 8:

$$g(x) = -0,9603 + 1,5301(\text{Analf G}) + (-1,4098)(\text{GINI}) + 2,0253(\text{CMI})$$

Com essa equação é possível representa a probabilidade das variáveis: analfabetismo geral, índice de GINI e coeficiente de mortalidade infantil de interferir nos casos de dengue no Estado.



Legenda:

Coluna	Características da exposição
A	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1) e analfabetismos acima da mediana (1).
B	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0) e analfabetismos acima da mediana (1).
C	Desigualdade abaixo da mediana (0), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1) e analfabetismos acima da mediana (1).
D	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1) e analfabetismos abaixo da mediana (0).
E	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana (1) e analfabetismos acima da mediana (1).
F	Desigualdade abaixo da mediana (0), coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0) e analfabetismos abaixo da mediana (0).

Figura 27 – Estimativa da probabilidade, baseado nos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, analfabetismo geral, sobre os casos de dengue em Minas Gerais em 2011.

Municípios com condições de desigualdade abaixo da mediana, coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana e analfabetismos acima da mediana, demonstram aumento na força de notificações, Figura 27.

6.7 ANÁLISE DAS NOTIFICAÇÕES POR DENGUE DO ANO DE 2012

Houve 424 municípios com notificações por dengue, segundo os valores de RMP da Figura 28, as regiões com maior concentração de municípios foram leste, central e oeste e alguns municípios do sul mostraram-se como alta ocorrência de dengue e com RMP alta.

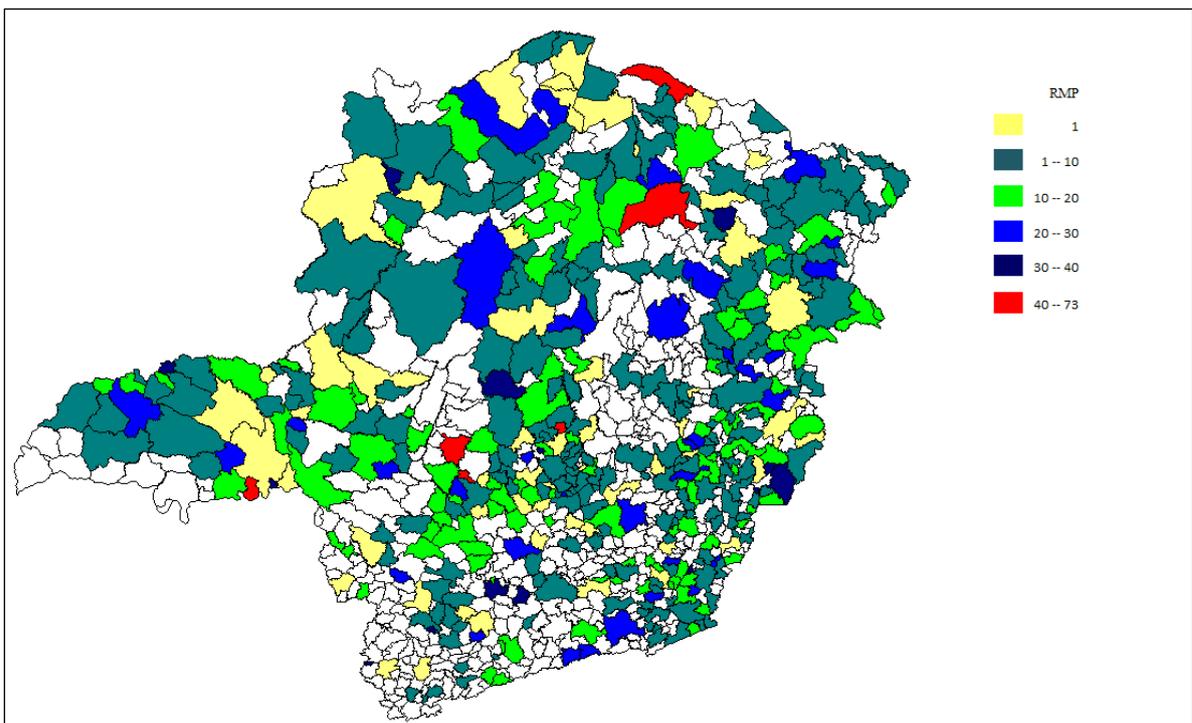


Figura 28 – Distribuição de valores de RMP por dengue, dos municípios de Minas Gerais em 2012.

Segundo a Figura 29, em 2012 foi o ano com menores índices de pessoas infectadas, aproximadamente 20.850, enquanto que, em 2010, esses valores estão próximos a 201.000.

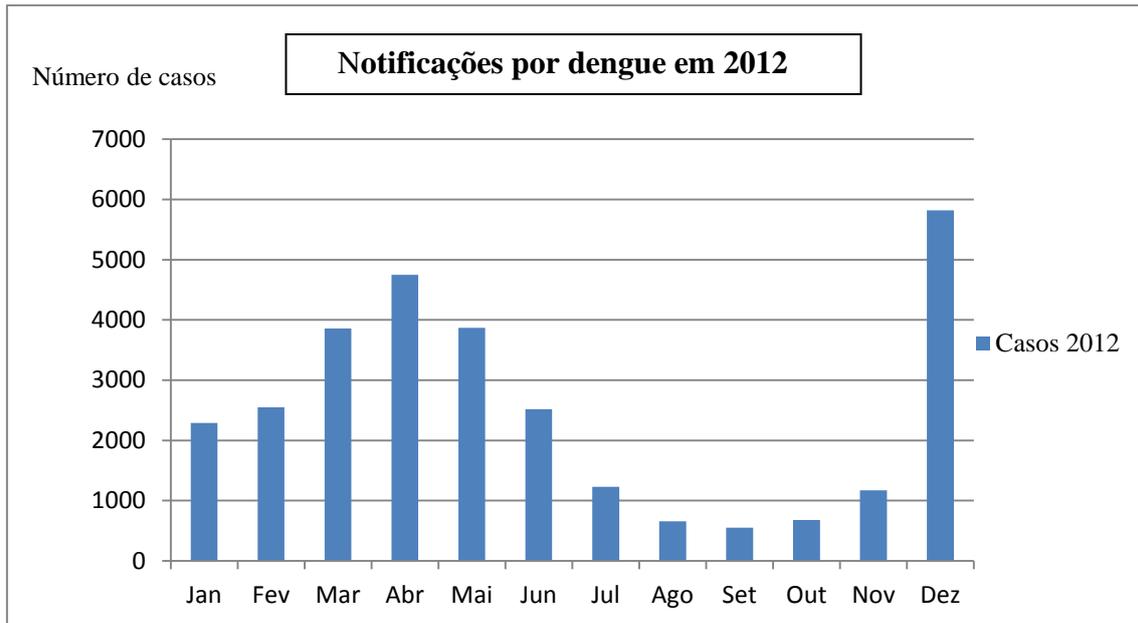


Figura 29 – Casos de notificações por mês, do estado de Minas Gerais em 2012.

A tabela 12 apresenta os resultados obtidos da análise univariada para as variáveis que foram significantes, porém a variável: temperatura máxima no outono apresentou uma das caselas com valor nulo não podendo ser calculado o seu valor.

Tabela 12 – Análise univariada apresentando as razões de chance (RC), intervalo de confiança (IC 95%) e valores de p – verossimilhança para os efeitos de variáveis explanatórias e as notificações por dengue no ano de 2012 - 2011.

Variável explanatória	RC	IC (95%)	P
Analf G	2,35	1,58-3,50	<0,001
BR	2,37	1,60-3,51	<0,001
GINI	0,30	0,20-0,45	<0,001
Prec I	0,98	0,96-1,00	0,209
RM	3,41	2,28-5,1	<0,001
CMI	6,06	3,97-9,23	<0,001
TD	0,76	0,52-1,11	0,1667
Tmin I	1,07	0,96-1,19	0,1823
Tmin O	1,19	1,01-1,41	0,0335
Tmin P	1,15	1,00-1,31	0,0417
Tmin V	1,25	1,02-1,52	0,0247
TMV	1,20	1,03-1,40	0,0144
Prec O	0,99	0,99-1,00	0,608
Prec P	0,99	0,99-1,00	0,583
Prec V	0,99	0,99-1,00	0,516
TMI	1,03	0,93-1,13	0,527
TMP	1,01	0,93-1,10	0,709

O modelo multivariada de melhor ajuste para as notificações por dengue para o ano de 2012 apresentou o valor de $p < 0,001$ contendo as variáveis explanatórias: analfabetismo

geral, índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil e temperatura máxima no verão Tabela 13. As variáveis foram incluídas seguindo a ordem da Figura 30.

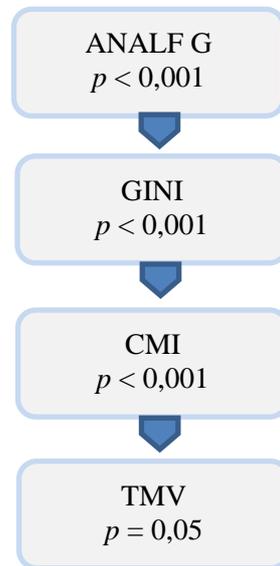


Figura 30 – Etapas de inclusão no modelo das variáveis explanatórias significativas para o ano de 2012 – 2011.

Tabela 13 – Resultados da análise multivariada com os valores dos coeficientes, razão chance (RC) e intervalo de confiança (IC 95%) das variáveis explanatórias para o ano de 2012 – 2011.

Variável explanatória	Coefficiente	RC	IC (95%)
Analf G	0,7539	2,12	1,29 - 3,48
GINI	-1,3120	0,26	0,16 - 0,42
CMI	1,6465	5,18	3,3 - 8,14
Tmin V	0,2280	1,25	0,98 - 1,59
Constante	-5,1829	*	*

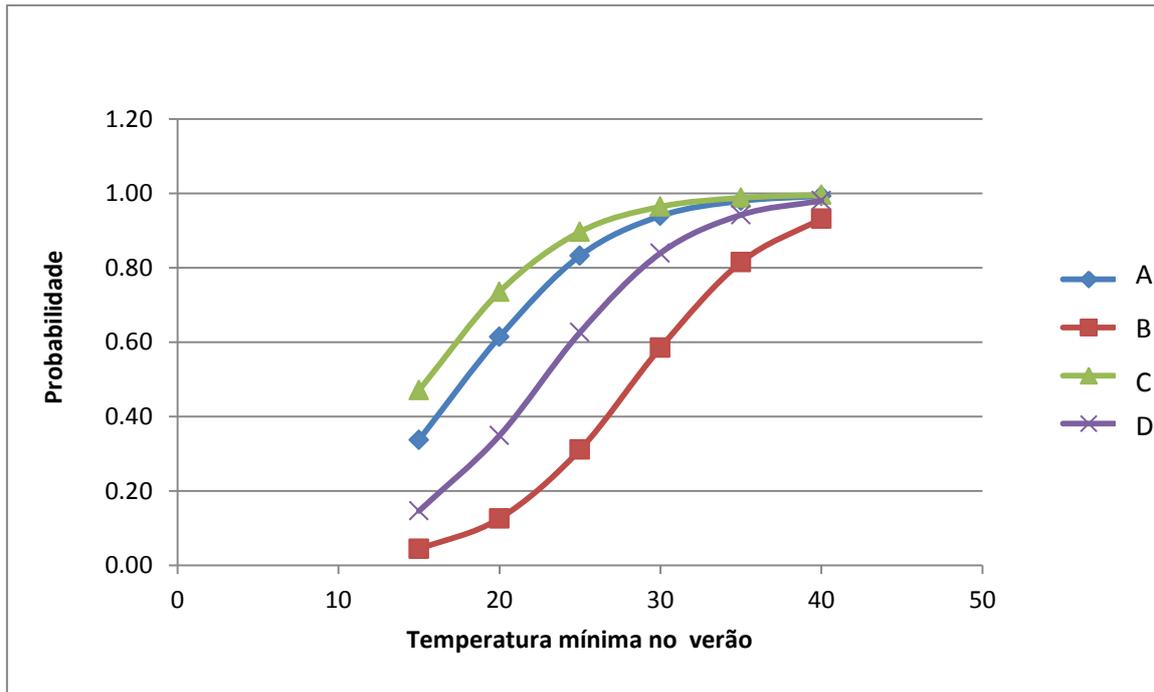
O índice de GINI mostrou-se como um fator de proteção, onde municípios com maior desigualdade tem chances de 0,26 vezes de diminuir a força de agravo de notificações. As demais variáveis: mortalidade infantil com 5,18; analfabetismo geral com 2,12 e temperatura

mínima no verão com 1,25 apresentaram-se como um risco, em comparação a municípios com valores menores que os descritos.

A probabilidade da ocorrência de dengue, em função das variáveis independentes do modelo ajustado, é representada pela Equação 8:

$$g(x) = -5,1829 + 0,7539(\text{Analf G}) + (-1,312) (\text{GINI}) + 1,6465(\text{CMI}) + 0,228(\text{TminV})$$

Com essa equação é possível representar a probabilidade das variáveis: analfabetismo geral, índice de GINI e coeficiente de mortalidade infantil de interferir nos casos de dengue no Estado.



Legenda:

Curva	Características da exposição
-------	------------------------------

A	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana(1) e analfabetismo acima da mediana (1).
B	Desigualdade acima da mediana (1), coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana(0) e analfabetismo abaixo da mediana (0).
C	Desigualdade abaixo da mediana (0), coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana(1) e analfabetismo acima da mediana (1).
D	Desigualdade abaixo da mediana (0), coeficiente de mortalidade infantil abaixo da mediana (0) e analfabetismo abaixo da mediana (0).

Figura 31 – Estimativa da probabilidade dos valores de índice de GINI, coeficiente de mortalidade infantil, analfabetismo geral e temperatura mínima no verão, sobre casos caso de dengue em Minas Gerais em 2012.

A estimativa representada na Figura 31, relacionada aos municípios em situação de desigualdade abaixo da mediana, coeficiente de mortalidade infantil acima da mediana e analfabetismo acima da mediana demonstram um crescente potencial de notificações por dengue, que varia com o aumento da temperatura mínima no verão, elevando a força de notificações a valores próximos de 1em todos os cenários, quando a temperatura aproxima-se de 40°C.

7 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo investigar a associação entre os casos notificados de dengue e as variáveis econômicas, sociais e ambientais de municípios do estado de Minas Gerais, no período de 2008 a 2012.

A elevação das notificações mensais de dengue no Estado se inicia no verão atingindo os maiores valores nos meses do outono. As taxas de incidência mais elevadas se concentram nas regiões leste, central e oeste de Minas Gerais.

Pôde ser observado que as variáveis socioeconômicas, distribuição de renda desigual, quadro de saúde deficiente e baixa escolaridade da população, se mantiveram como significativas por toda a série estudada, demonstrando “força” para a notificação de casos do agravo. Outras variáveis foram importantes, como: a precipitação no inverno, a precipitação no outono e a temperatura máxima no verão, para o período de 2008 – 2007. No período correspondente a 2009 – 2008, a renda média e a precipitação no verão demonstraram ser significativas. A variável temperatura mínima no verão demonstrou ser importante no período 2012 – 2011.

Os resultados desta pesquisa apontaram alguns caminhos para redução da incidência de dengue. Estas vias passam por transformações essenciais no cenário da educação e saúde, que objetivem a melhoria dos indicadores associados a medidas de combate à pobreza, visando à redução da desigualdade na distribuição da renda. Embora, o modelo estatístico não apresente a temperatura como importante em todos os anos analisados, os mapas de temperatura e de razão de morbidade por dengue revelam uma relação entre as regiões com temperatura baixa e redução no número de notificações por dengue nesses locais.

Por fim sugere-se como trabalhos futuros, que o mesmo método seja empregado com amostras setorializadas, isto é, divididas por regiões do Estado de Minas Gerais para comparação com o presente estudo, além disso, pode-se analisar as regiões do Estado classificadas segundo o PNCD com mapas de vegetação e relevo de Minas Gerais com o intuito de observar a relação dos casos de dengue com a vegetação e o relevo.

REFERÊNCIAS

BUSS, P, M. Promoção da saúde e qualidade de vida. **Ciências Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.5, n.1, 2000.

CÂMARA, F. P.; GOMES, A. F.; GUALBERTO, T. S.; CÂMARA, D. C. P. Clima e epidemias de dengue no Estado do Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v.42, n.2, p.137 – 140, mar./abr., 2009.

CANTANE, D.R.; FLORENTINO, H.O.; SANTOS, F.L.P.; BANNWART, B.F.Técnica de Otimização Aplicadas ao Controle da Dengue. **Anais do Congresso de Matemática Aplicada a Computacional.**, Sudeste, ISSN 2237-7166, 2013.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. **Editora Fundação Oswaldo Cruz**, Rio Janeiro, 1994.

COSTA, A. I. P. DA; NATAL, D. Distribuição espacial de dengue e determinantes socioeconômicos em localidade urbana no Sudeste do Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.24, n.3, p.232 – 236, jun. 1998.

COSTA, M. S. da et al. Geografia da saúde: pressupostos teóricos e o estudo da relação da precipitação com os casos de dengue no município de Eusébio-CE-Brasil. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011, Costa Rica. p. 1-13

CRESSMAN, G. P. An operational objective analysis system. **Monthly Weather Review**, v.87, p.367- 374, 1959.

DEE, D. P; UPPALA, S. M; SIMMONS, A. J; BERRISFORD . P. a, P. POLIA, S. KOBAYASHIB, U; et al.The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.137, p.553-597, 2011.

EPI Info TM, versão 3.5.1. Atlanta: Centers for Disease for Control and Prevention. Division of Public Health Surveillance and Informatics, 2008.Disponível em:

<ftp://ftp.cdc.gov/pub/Software/epi_info/epiinfo351/epiinfoSetup3_5_1_0008.exe/> Acesso em 02 ago. 2013.

HAIR, J.F.JR; BLACK, W. C; BABIN, B.J; ANDERSON, R.E; TATHAM, R.L. Análise Multivariada de Dados. **Editora Bookman**, 6ª edição, 2009.

HART, S. L.; MILSTEIN, M, B. Criando valor sustentável. **Especial A.M.E RAE executivo**, v.3, n.2, maio/ jul, 2004.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. Applied logistic regression. **Wiley Interscience**, New York, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Cidades@, Brasil, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=311720&search=minas-gerais|conceicao-das-pedras>> Acesso em: 31 jul. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Cidades@, Brasil, 2012. Disponível em: <ftp://geofpt.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012.pdf> Acesso em: 18 dez. 2014.

ISHITANI, L.H; FRANCO, G.C; PERPÉTUO, I,H; FRANÇA, E. Desigualdade social e mortalidade precoce por doenças cardiovasculares no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v.40, n.4, p.684-91, 2006.

KODAMA, Y.-M. Large-scale common features of subtropical precipitation zones (the Baiu frontal zone, the SPCZ, and the SACZ), Part I: Characteristics of subtropical frontal zones. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 70, p. 813–835, 1992.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 3, p. 217-231, 1988.

KRUSCHE, N.; SARAIVA, J. M. B.; REBOITA, M. S. Normais Climatológicas Provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS. **Departamento de Geociências da Fundação Universidade Federal de Rio Grande**. Rio Grande do Sul, 2002.

LENZI, M. F; COURA, L. C. Prevenção da dengue: a informação em foco. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.37, n.4, p.343-350, jul-ago, 2004

MINUZZI, R. B. Tendências na variabilidade climática de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.12, p. 288 – 293, 2010.

MONDINI, A; NETO, F.C. Variáveis socioeconômicas e a transmissão de dengue. **Revista de Saúde Pública**, v.41, n.6, p.923 – 930; 2007.

NASCIMENTO, T. S.; SARAIVA, J. M. B.; SENNA, R.; AGUIAR, F. E. Preenchimento de falhas em banco de dados pluviométricos com base em dados do CPC (Climate prediction Center): estudo de caso do Rio Solimões – Amazonas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.7, setembro, 2010.

PADILHA, R. C. K.; SATYAMURTY, P. Um Caso de Estagnação de Ar Quente e Seco sobre a Região Central do Brasil. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2004, Fortaleza. **Anais**. 2004.

PROMPROU, S.; JAROENSUTASINEE, M.; JAROENSUTASINEE, K. Climatic factors affecting Dengue Haemorrhagic fever incidence in Southern Thailand. **Dengue Bull.**, v. 29, p.41–48, 2005.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p.185-204, jun. 2010.

REBOITA, M. S.; KRUSCHE, N.; ROCHA, R. P. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul, **Terra/e Didática**, v.8, n.1,p.34-50, 2012.

SILVA, E. D. DA.; REBOITA, M. S. Estudo da precipitação no Estado de Minas Gerais – MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.13, jul./dez., 2013.

SILVA, L. J. DA; REBOITA, M. S.; ROCHA, R. P. DA. Relação da passagem de frentes frias na região sul de Minas Gerais (RSMG) com a precipitação e eventos de geada. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.14, jan/jul, 2014.

SOUSA, E. P. P. **Influência das variáveis climáticas em casos de dengue nas cidades da Baixada Santista (sudeste do Brasil) e Cingapura (sudeste asiático)**. 2012. Tese (Doutorado em Patologia) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5144/tde-22062012-111323/>. Acesso em: 19-05-2014.

SOUZA, M. J. H.; GUIMARÃES, M. C. A.; GUIMARÃES, C. D. L.; FREITAS, W.S.; OLIVEIRA, A. M. S. Potencial agroclimático para a cultura da acerola no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.2, p.390–396, 2006.

SCHNEIDER, S. C. U; BECKER, A; FINGER, P; CHRISTOFFER, A. M; ZIESE, M; RUDOLF; B. GPCC's new land surface precipitation climatology based on quality-controlled in situ data and its role in quantifying the global water cycle. **Theoretical and Applied Climatolology**, p.15-40, 2014.

SUGAHARA, S.; ROCHA, R.P.; YNOUE, R.Y.; SILVEIRA, R.B. Homogeneity assessment of a station climate series (1933–2005) in the Metropolitan Area of São Paulo: instruments change and urbanization effects. **Theoretical and Applied Climatolology**, v. 107, n. 3-4, p. 361-374, 2012.

TEIXERIA, M,G; BARRETO,M.L.; GUERRA, Epidemiologia e medidas de prevenção do Dengue. **Informativo epidemiológico do SUS**. Bahia, v.8, n.4, p. 5-33,1999.

TEIXEIRA, T.R.A; MEDRONHO, R.A. Indicador sócio demográfica e a epidemia de dengue em 2002 no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v.24, n.9, p.2160 – 2170, set, 2008.

TIMERMAN,A.; NUNES, E.; LUZ, K. Dengue no Brasil, doença urbana. **Limay Editora apoio Johnson e Johnson**. São Paulo, 2012.

UJAVARIS, C; A história da humanidade contada pelos vírus. **Editora Contexto**, 2008.

VERONESI, R. Doenças Infecciosas e Parasitárias. **Guanabara Koogan**, 8 .ed. Rio de Janeiro, 1082 p,1991.

WILKS, D. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. **Academic Press**. 2º ed, p.627 , 2006.

WMO nº100, 1983. **Guide to Climatological Practices**, 2ª Ed.,Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva. 1983.

YANG, H, M. Epidemiologia da Transmissão da Dengue. **Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional**, São Paulo, v.4, n.3, p.387-396, 2003.

ZIMERMANN, R. H.; MORAES, O. L. M.; TEICHRIEB, C. A.; PIVA, E. D.; ANABOR,V. Redução de escala de dados de vento de modelos regionais para modelos de dispersão atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.1, p.23 - 30, ago. 2012.

ANEXOS

Anexo A: Valores de corte pelos valores da mediana das variáveis socioeconômicas de 2007.

Variável	Valor de corte
RM	437,727
GINI	0,504
BR	47,484
TD	7,532
Analf G	13,035
CMI	≥20 ‰ 1 < 20 ‰ 0

Anexo B: Valores de corte pelos valores da mediana das variáveis socioeconômicas de 2008.

Variável	Valor de corte
RM	470,625
GINI	0,490
BR	39,550
TD	6,341
Analf G	11,685
CMI	≥20 ‰ 1 < 20 ‰ 0

Anexo C: Valores de corte pelos valores da mediana das variáveis socioeconômicas de 2009.

Variável	Valor de corte
RM	461,944
GINI	0,490
BR	42,673
TD	6,255
Analf G	12,095
CMI	≥20 ‰ 1 < 20 ‰ 0

Anexo D: Valores de corte pelos valores da mediana das variáveis socioeconômicas de 2010.

Variável	Valor de corte
RM	472,850
GINI	0,483
BR	40,505
TD	5,795
Analf G	11,700
Analf 1	5,390
Analf 2	12,430
Analf 3	74,670
DD	24,070
CMI	≥20 ‰ 1 < 20 ‰ 0

Anexo E: Valores de corte pelos valores da mediana das variáveis socioeconômicas de 2011.

Variáveis	Valor de corte
RM	500,751
GINI	0,482
BR	35,734
TD	5,732
Analf G	10,71
CMI	$\geq 20 \text{ ‰}$ 1 $< 20 \text{ ‰}$ 0

Anexo F: Organização dos dados para regressão logística de 22 municípios

ID	RMP																									
	2011	TMV	TMO	TMI	TMP	TMV	TMO	TMI	TMP	TminV	TminO	TminI	TminP	Prec V	Prec O	Prec I	Prec P	Gini	CMI	RM	analf	PPC	TD	BR	água	Lixo
1	0	32	30	30	32	32	30	30	32	20	19	12	19	264	187	3	210	0	1	0	0	0	0	0	0.3	1.06
2	0	32	29	26	30	32	29	26	30	20	19	14	19	292	183	7	235	0	1	1	1	1	0	1	0.2	0.57
3	1	31	29	26	28	31	29	26	28	19	19	13	18	340	171	0	356	1	1	1	1	1	1	1	0.2	1.07
4	1	34	30	27	32	34	30	27	32	21	20	15	20	314	185	7	212	0	0	1	1	1	0	1	0.1	0.18
5	0	32	29	26	30	32	29	26	30	20	19	14	19	219	147	11	236	0	1	1	1	1	0	1	0.1	1.28
6	1	33	32	32	33	33	32	32	33	21	20	14	19	406	175	7	283	1	1	0	0	0	0	0	0.3	1.18
7	0	35	31	27	31	35	31	27	31	22	21	17	20	85	224	26	228	0	0	1	1	1	1	1	0	0.7
8	0	36	36	31	32	36	36	31	32	24	24	17	22	113	87	23	286	0	0	0	1	0	1	1	0	0.95
9	1	31	29	26	28	31	29	26	28	19	17	11	17	358	213	29	240	1	0	0	1	0	0	0	0.2	0.99
10	0	34	30	27	30	34	30	27	30	21	20	15	19	350	254	18	256	0	1	0	0	0	1	0	0.3	1.06
11	0	30	29	27	28	30	29	27	28	19	17	9	16	322	135	17	127	0	0	0	0	0	1	0	0.3	1.1
12	0	34	31	27	31	34	31	27	31	21	21	17	20	48	216	35	238	0	1	1	1	1	1	1	0.2	0.63
13	0	30	29	29	32	30	29	29	32	19	18	12	17	317	175	6	170	1	1	0	0	0	0	0	0.2	0.76
14	0	30	28	24	26	30	28	24	26	19	18	10	17	303	217	17	330	1	1	1	1	1	0	1	0.2	1.11
15	0	32	29	26	30	32	29	26	30	20	19	14	19	337	169	0	320	1	1	1	1	0	1	1	0.2	1.03
16	0	28	27	26	28	28	27	26	28	18	16	9	15	347	153	23	173	1	0	0	0	0	0	0	0.2	1.01
17	0	31	29	26	28	31	29	26	28	20	18	13	17	353	267	27	247	0	1	0	0	1	0	1	0.3	0.99
18	1	33	29	27	31	33	29	27	31	21	20	14	19	360	201	3	247	1	1	1	1	1	1	1	0.1	1.09
19	1	32	30	29	31	32	30	29	31	19	19	13	19	304	158	6	218	1	1	1	0	0	0	0	0.2	1.03
20	0	37	33	28	33	37	33	28	33	22	22	17	22	167	216	6	187	0	0	1	1	1	1	1	0.2	1.04
21	0	34	30	27	32	34	30	27	32	21	20	18	21	264	195	14	225	1	0	0	0	0	0	0	0.3	1.02
22	1	32	29	26	27	32	29	26	27	20	18	13	17	364	280	28	238	1	1	1	0	1	0	1	0.3	1.12