



UNICAMP

LEÔNIDAS MANTOVANI MALVESTIO

**VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA REGIÃO
SUDESTE DO BRASIL NO PERÍODO CHUVOSO E SUAS
CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS**

Campinas
2013



NÚMERO: 219/2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

LEÔNIDAS MANTOVANI MALVESTIO

**VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA REGIÃO
SUDESTE DO BRASIL NO PERÍODO CHUVOSO E SUAS
CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS**

ORIENTADOR: DR. JONAS TEIXEIRA NERY

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Geografia, na área de Análise Ambiental e Dinâmica Territorial.

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO
LEÔNIDAS MANTOVANI MALVESTIO
E ORIENTADO PELO PROF. DR. JONAS TEIXEIRA NERY**

**Campinas
2013**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Cássia Raquel da Silva - CRB 8/5752

M299v Malvestio, Leônidas Mantovani, 1985-
Variabilidade da precipitação pluviométrica da região Sudeste do Brasil no período chuvoso e suas consequências ambientais / Leônidas Mantovani
Malvestio. – Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Jonas Teixeira Nery.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências.

1. Precipitação (Meteorologia). 2. Desastres Naturais. 3. Brasil, Sudeste. I. Nery, Jonas Teixeira, 1952-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Rainfall variability of southeast region of Brazil in rainy season and environmental consequences

Palavras-chave em inglês:

Precipitation (Meteorology)

Natural Disasters

Brazil, Southeast

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Mestre em Geografia

Banca examinadora:

Jonas Teixeira Nery [Orientador]

Lucí Hidalgo Nunes

Maria Juraci Zani dos Santos

Data de defesa: 19-08-2013

Programa de Pós-Graduação: Geografia



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
ÁREA DE ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

AUTOR: Leônidas Mantovani Malvestio

"VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICAL DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL
NO PERÍODO CHUVOSO E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS".

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jonas Teixeira Nery

Aprovado em: 19 / 08 / 2013

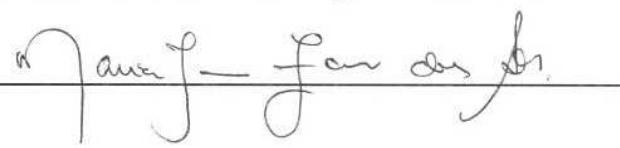
EXAMINADORES:

Prof. Dr. Jonas Teixeira Nery

Profa. Dra. Lucí Hidalgo Nunes

Profa. Dra. Maria Juraci Zani dos Santos

 _____ - Presidente



Campinas, 19 de agosto de 2013.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Luís Otávio e Rosa Maria, pelo apoio e estímulo em mais esta etapa da minha formação pessoal e profissional.

Ao Professor Jonas Teixeira Nery, pela confiança, oportunidade, paciência e por ter oferecido todas as condições para a realização deste trabalho.

As Professoras Lucí Hidalgo Nunes (UNICAMP) e Maria Juraci Zani dos Santos (UNESP Rio Claro) pela participação nas bancas de qualificação e defesa, pelos apontamentos e sugestões que muito enriqueceram este trabalho.

Ao Professor Nelson de Jesus Ferreira (INPE) pela atenção e ajuda com a obtenção e a transformação dos dados de radiação de onda longa emergente utilizados nesta dissertação.

Aos Funcionários da Secretaria de Pós-Graduação e da Biblioteca "*Conrado Paschoale*" do Instituto de Geociências da UNICAMP. Principalmente a Val, a Gorete, a Alexandra, a Claudineia e a Cássia pela prontidão e eficiência, pelo atendimento especial, além da imensa simpatia. Sentirei saudades!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo incentivo ao desenvolvimento deste trabalho.

A todos os colegas do Programa de Pós-Graduação em Geografia que contribuíram para a realização deste trabalho. Principalmente ao Danilo, Daniel e ao Douglas pela ajuda na reta final!

Muito Obrigado!



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DA REGIÃO SUDESTE
DO BRASIL NO PERÍODO CHUVOSO E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS**

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Leônidas Mantovani Malvestio

As precipitações pluviais incidentes sobre o sudeste brasileiro são marcadas pela influência de dois tipos de sistemas atmosféricos: os tropicais e os frontais, especialmente durante os meses de primavera e de verão no Hemisfério Sul. Estes sistemas, quando associados, contribuem para a configuração da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Definida como uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste do continente sul americano, a ZCAS demonstra ser um dos principais fenômenos atmosféricos responsáveis pelo transporte de energia e vapor de água do oeste amazônico para o sudeste do Brasil. Por permanecer semiestacionária durante vários dias, intensifica o processo de convecção e acentua a precipitação pluviométrica sobre determinadas áreas do território nacional, principalmente aquelas localizadas sobre a banda de nebulosidade. Os grandes volumes precipitados combinados à existência de elevados percentuais de urbanização e de população que vive em assentamentos precários e loteamentos irregulares distribuídos pelas encostas, planícies aluviais e setores periféricos de grandes e médias cidades torna o sudeste do país suscetível à manifestação de desastres naturais de origem hidrometeorológica, como inundações e deslizamentos de terra, os quais geram diversos prejuízos. O objetivo deste estudo foi analisar a variabilidade da precipitação pluvial no sudeste do Brasil durante o período chuvoso e relacioná-la com a ocorrência de desastres naturais. Assim, foram utilizados dados de 177 postos pluviométricos, com séries de 35 anos (1976-2010). Com o emprego do software *R* foi realizada a homogeneização dos dados pluviométricos. Informações de radiação de onda longa emergente (ROLE) e imagens de satélite, disponíveis para alguns episódios de ZCAS, permitiram identificar e localizar a atividade convectiva sobre a América do Sul e a região Sudeste. A partir dos dados pluviométricos e de ROLE elaboraram-se mapas de isolinhas através do software *ArcGIS 10*. Reportagens dos jornais Folha de São Paulo e O Estado de São Paulo, correspondentes ao período de atuação das ZCAS, contribuíram para diferenciar a magnitude dos desastres e a localização das áreas afetadas. O regime pluviométrico dessa região brasileira apresenta grande complexidade devido a fatores como localização latitudinal, variação topográfica e proximidade com o oceano Atlântico. Através da comparação entre mapas, dados e reportagens pode-se evidenciar que o período de verão é o mais propício para a ocorrência de deslizamentos de terra e inundações nesta área de estudo, principalmente nas regiões metropolitanas de Belo Horizonte, de São Paulo, do Rio de Janeiro e municípios densamente povoados.

Palavras-chave: Precipitação (Meteorologia); Desastres Naturais; Sudeste do Brasil.



UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE

RAINFALL VARIABILITY OF SOUTHEAST REGION OF BRAZIL IN RAINY SEASON AND ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES

ABSTRACT

Masters Degree
Leônidas Mantovani Malvestio

The rainfall incidents on Southeast of Brazil are marked by the influence of two kinds of atmospheric systems: Tropical and the frontal, especially during the months of spring and summer in the Southern Hemisphere. These systems, when combined, contribute to shaping the Convergence Zone of the South Atlantic (SACZ). Defined as a persistent band of cloudiness oriented northwest-southeast towards the South American continent, the SACZ proves to be major atmospheric phenomena responsible for the transport of energy and water vapor from the westerly the Amazonian to southeast of Brazil. To remain semi-stationary for several days, intensifies the process of convection and enhances rainfall in some areas of the national territory, especially those located on the bands cloudiness. The large volumes precipitates combined with the existence of high rates of urbanization and population living in slums and irregular settlements spread down the slopes, floodplains and peripheral sectors of large and medium cities makes the southeast of the country prone to natural disasters manifestation of origin hydro-meteorological such as floods and landslides, which generate many losses. The aim of this study was to analyze the variability of rainfall in southeastern Brazil in the rainy period and relate it to the occurrence of natural disasters. Thus, were used data from 177 rain gauges, with series of 35 years (1976-2010). With the use of software R was performed the homogenization of rainfall data. Longwave radiation (OLR) data and satellite images, available for some episodes SACZ enabled to identify and locate the convective activity over South America and southeast region. From the data of rainfall and OLR were prepared contour maps through ArcGIS 10 software. Newspaper reports from Folha de São Paulo and O Estado de São Paulo, corresponding to the period of activity of SACZ have contributed to differentiate the magnitude of the disasters and location of affected areas. The rainfall in this region of Brazil exhibit great complexity due to factors such as latitudinal location, topographic variation and proximity to the Atlantic Ocean. Through the comparison of maps, data and newspaper reports one can demonstrate that the summer period is the most conducive to the occurrence of landslides and floods in the study area, mostly in metropolitan areas of Belo Horizonte, São Paulo, Rio de Janeiro and the densely populated towns.

Key-word: Rainfall; Natural Disasters; Southeast of Brazil.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GERAL	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	7
3.1 PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL ...	7
3.2 DESASTRES NATURAIS, URBANIZAÇÃO E VULNERABILIDADE.....	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
5 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL	39
6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	47
6.1 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE	47
6.2 VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO SUDESTE DO BRASIL	53
6.3 ZCAS E DESASTRES NATURAIS NO SUDESTE DO BRASIL	60
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
8 REFERÊNCIAS	99
9 ANEXOS.....	113

Lista de Figuras

Figura 3.1.1. Configuração da faixa de nebulosidade em quatro bandas latitudinais.....	10
Figura 3.1.2. Sistemas atmosféricos que atuaram sobre o Brasil em 13/01/2010.....	12
Figura 3.2.1. Vista geral da cidade de Kesennuma, província de Miyagi, no norte do Japão.	19
Figura 3.2.2. Percentual de afetados e vítimas fatais por desastres no Brasil (1991-2010).....	20
Figura 3.2.3. Vista do bairro Campo Grande no município de Teresópolis em 14/01/2011	21
Figura 3.2.4. Vista do bairro Jova Rural, na região do Tremembé, zona norte de São Paulo	24
Figura 4.1. Distribuição espacial dos postos pluviométricos na área de estudo	27
Figura 4.2. Componentes do semivariograma e modelos de ajuste.	31
Figura 4.3. Distribuição dos pontos na grade de ROLE.....	33
Figura 4.4. Mapa isoplético da precipitação pluviométrica anual.....	35
Figura 5.1. Localização geográfica da região Sudeste do Brasil	39
Figura 5.2. Mesorregiões dos estados do sudeste brasileiro	40
Figura 5.3. Mapa físico da região Sudeste do Brasil.....	42
Figura 5.4. Tipos climáticos da região Sudeste do Brasil	43
Figura 6.1.1. Índice de densidade demográfica dos municípios da região Sudeste do Brasil.....	48
Figura 6.1.2. Índice de intensidade da pobreza dos municípios da região Sudeste do Brasil	49
Figura 6.1.3. Índice de população idosa dos municípios da região Sudeste do Brasil.....	50
Figura 6.1.4. Índice de vulnerabilidade dos municípios da região Sudeste do Brasil.....	51
Figura 6.1.5. Índice de desenvolvimento humano dos municípios da região Sudeste do Brasil ...	52
Figura 6.2.1. Média de dias com precipitação pluvial referente ao período anual.....	54
Figura 6.2.2. Isolinhas da média da precipitação pluvial referente ao período anual	55
Figura 6.2.3. Isolinhas do DP da precipitação pluvial referente ao período anual.....	56
Figura 6.2.4. Isolinhas do CV da precipitação pluvial referente ao período anual	57
Figura 6.2.5. Isolinhas da máxima precipitação pluvial referente ao período anual	58
Figura 6.2.6. Isolinhas da precipitação pluvial mínima referente ao período anual	59
Figura 6.2.7. Isolinhas da amplitude da precipitação pluvial referente ao período anual	60
Figura 6.3.1. Número de mortes e totais de precipitação pluvial entre 1980 e 1989.	63
Figura 6.3.2. Número de desalojados entre 1980 e 1989.	63
Figura 6.3.3. Campo médio de ROLE entre 28/01 e 01/02/1985.....	64
Figura 6.3.4. Isolinhas dos totais de chuva entre 28/01 e 01/02/1985	65
Figura 6.3.5. Campo médio de ROLE entre os dias 05 e 09/02/1988.....	68
Figura 6.3.6. Isolinhas dos totais de chuva entre 05 e 09/02/1988	69
Figura 6.3.7. Número de mortes e totais de precipitação pluvial entre 1990 e 1999.	72

Figura 6.3.8. Número de desalojados entre 1990 e 1999	72
Figura 6.3.9. Campo médio de ROLE entre 10 e 18/01/1991.....	73
Figura 6.3.10. Isolinhas dos totais de chuva entre 10 e 18/01/1991	74
Figura 6.3.11. Campo médio de ROLE entre 02 e 08/01/1997.....	76
Figura 6.3.12. Isolinhas dos totais de chuva entre 02 e 08/01/1997.	77
Figura 6.3.13. Organização da ZCAS em 21/01/97	79
Figura 6.3.14. Dissipação da ZCAS em 24/01/97.....	79
Figura 6.3.15. Número de mortes e totais de precipitação pluvial entre 2000 e 2010.	80
Figura 6.3.16. Número de desalojados entre 2000 e 2010.	80
Figura 6.3.17. Campo médio de ROLE entre os dias 10 e 20/01/2004.....	82
Figura 6.3.18. Isolinhas dos totais de chuva entre 10 e 20/01/2004.	83
Figura 6.3.19. Campo médio de ROLE entre os dias 04 e 08/12/2009.....	85
Figura 6.3.20. Faixa de nebulosidade convectiva sobre São Paulo em 08/12/2009	86
Figura 6.3.21. Isolinhas dos totais de chuva entre 04 e 08/12/2009.	87
Figura 6.3.22. Campo médio de ROLE entre os dias 11 e 16/01/2011.....	90
Figura 6.3.23. Faixa de nebulosidade convectiva sobre MG, SP e RJ em 11/01/2011	91
Figura 6.3.24. Faixa de nebulosidade convectiva sobre toda a área de estudo em 12/01/2011	92
Figura 6.3.25. Isolinhas dos totais de chuva entre 11 e 16/01/2011.	93
Figura 6.3.26. Deslizamentos causados pelas chuvas em Nova Friburgo.....	95
Figura 6.3.27. Vista do município de Teresópolis após as corridas de lama em 13/01/2011	96

Lista de Tabelas

Tabela 4.1. Valores máximos e mínimos utilizados para realizar o escalonamento.....	38
Tabela 4.2. Valores máximos e mínimos por municípios da área de estudo.	38
Tabela 6.3.1. Totais de precipitação pluvial entre 28/01 e 01/02/1985	66
Tabela 6.3.2. Totais de precipitação pluvial entre 05 e 09/02/1988.....	70
Tabela 6.3.3. Totais de precipitação pluvial entre 12 e 16/01/1991.....	75
Tabela 6.3.4. Totais de precipitação pluvial entre 02 e 06/01/1997.....	78
Tabela 6.3.5. Totais de precipitação pluvial entre 10 e 14/01/2004.....	84
Tabela 6.3.6. Totais de precipitação pluvial entre 04 e 08/12/2009.....	88
Tabela 6.3.7. Totais de precipitação pluvial entre 11 e 16/01/2011.....	94

1 INTRODUÇÃO

Eventos extremos ocasionados por chuvas incidentes sobre diversas localidades da região Sudeste do Brasil são considerados por governantes, pesquisadores e veículos de comunicação como os principais agentes deflagradores de movimentos gravitacionais de massa e enchentes que afetam milhares de pessoas e provocam vultosos prejuízos econômicos.

Estes intensos, prolongados e recorrentes episódios pluviométricos estão relacionados, entre outros fatores, com a atuação de dois sistemas atmosféricos distintos: os tropicais (convecção), originados sobre a floresta amazônica e aqueles típicos de latitudes médias e altas (sistemas frontais). As frequentes interações entre estes sistemas são denominadas de faixa de nebulosidade convectiva (OLIVEIRA, 1986, p. 26) e o alcance dessas faixas está vinculado a estas combinações, cuja abrangência é maior durante o verão austral. Tais associações contribuem para a configuração da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

A ZCAS demonstra ser um dos principais fenômenos meteorológicos atuante na América do Sul. Esta zona é responsável pelo transporte de vapor de água e energia do oeste da Amazônia até o sudeste brasileiro, nos meses de primavera-verão (QUADRO, 1994, p. 40). Por permanecer semiestacionária durante vários dias sobre esta região intensifica o processo de convecção, o que acarreta a elevação dos volumes de chuva (FERREIRA et al. 2004, p. 89). O incremento nos totais pluviométricos juntamente com a existência de grandes percentuais de população que vivem em assentamentos precários e loteamentos irregulares distribuídos pelas encostas, planícies aluviais e setores periféricos de grandes e médias cidades, somadas a um conjunto de práticas “[...] eivadas de vícios, equívocos e ilegalidades cujos resultados marcam a falência das políticas urbanas” (CARVALHO e PRANDINI, 1998, p. 488), tornam esta região do país suscetível à manifestação de desastres naturais de origem hidrometeorológica.

A rápida expansão da malha urbana sobre as bacias hidrográficas tem modificado drasticamente as características das paisagens, especialmente as hidrológicas e hidráulicas. Tal fenômeno “[...] afeta o funcionamento do ciclo hidrológico, pois interfere no rearranjo dos armazenamentos e na trajetória das águas” (CHRISTOFOLLETTI, 1998, p. 424). Dentre as modificações geradas pela produção do espaço destaca-se a impermeabilização do terreno através da retirada da vegetação, construção de edificações e pavimentação de ruas e vias.

A conversão das áreas permeáveis dos sítios urbanos (brejos, bosques, encostas, fundos de vale, matas ciliares, parques, planícies aluviais) em impermeáveis resulta “[...] no aumento de volume do escoamento superficial e da carga de poluentes” (ARAUJO et al. 2005, p. 64). O maior volume e velocidade das enxurradas comprometem a qualidade dos corpos hídricos e a capacidade dos reservatórios, torna as enchentes e inundações mais frequentes, interrompe as atividades econômicas nas áreas afetadas, facilita a disseminação de doenças de veiculação hídrica (cólera, diarreia, dengue, esquistossomose, leptospirose) e proporciona prejuízos materiais e perdas humanas (TUCCI, 2003, p. 46).

Ao analisar os impactos relacionados aos episódios de chuvas extremas entre 1958 e 2007 na cidade de Campinas (SP), Castellano (2010) pode inferir que os bairros habitados por segmentos de baixa e média renda apresentaram uma quantidade de registros superior, com destaque para os casos de alagamento, risco de desabamento de imóveis, desabrigados e mortos. Vieira et al. (2000) observaram que durante a atuação de um episódio de ZCAS, nos doze primeiros dias de 2000, houve 70 % do número de ocorrências de alagamentos do mês de janeiro na capital paulista. Para enfatizar as consequências da precipitação pluvial incidente sobre a capital fluminense, Brandão (2005) elaborou um histórico dos impactos socioambientais na cidade do Rio de Janeiro através do levantamento de notícias de jornais e de dados pluviométricos da série histórica da Estação Climatológica Principal (com registros desde 1851). Esta autora destacou a influência das precipitações no cotidiano da população (deslizamentos, enchentes e inundações), principalmente durante os meses mais chuvosos (dezembro a março) que concentram entre 60 e 90 % dos totais pluviométricos anuais.

A avaliação da realidade da região Sudeste, quanto às consequências de eventos hidrometeorológicos, revela que as inundações proporcionaram perdas econômicas e impactos significativos na saúde pública e os deslizamentos geraram o maior número de vítimas fatais (CERRI, 1993, p. 42-43; MACEDO et al. 1999, p. 2; CARVALHO e GALVÃO 2006, p. 12).

A incidência de chuvas sobre determinada localidade durante vários dias, especialmente quando há a atuação da ZCAS, faz o solo exceder sua capacidade de saturação mais rapidamente, pois a água “[...] acaba envolvendo a maioria das partículas por um filme de água, diminuindo drasticamente o atrito entre elas e permitindo seu movimento gravitacional [...]” (KARMANN, 2008, p. 128). Deste modo, pode ser observada uma alta correlação entre precipitações pluviais e a infiltração no terreno, que, por sua vez, “[...] determina a taxa com que

a água das chuvas penetra no maciço terroso ou rochoso, diminuindo sua resistência e/ou aumentando as tensões nele atuantes” (AUGUSTO FILHO, 1995, p. 85).

Entre os estudos que procuraram correlacionar a intensidade das precipitações e a deflagração de escorregamentos tem-se o de Guidicini e Iwasa (1976). Através de registros pluviométricos de nove regiões do território brasileiro: Serra de Caraguatatuba, Baixada Santista, Rodovia dos Imigrantes e Anchieta (SP), Serra de Maranguape (CE), Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Serra das Araras (RJ), Sul de Minas Gerais e Vale do Tubarão (SC), estes autores procuraram elaborar cartas de periculosidade quanto à ocorrência destes eventos a fim de minimizar as suas consequências. Eles evidenciaram que as elevadas pluviosidades interferiram na estabilidade das encostas em todas as áreas analisadas a partir de totais entre 250 e 300 mm. Nos episódios que as precipitações pluviais ultrapassaram em 20 % as médias anuais, os escorregamentos adquiriram dimensões catastróficas (GUIDICINI e IWASA, 1976, p. 26).

Para definir o número de dias de chuva que apresentaram influência efetiva nos deslizamentos ocorridos no município de Cubatão (SP), Tatizana et al. (1987) selecionaram totais pluviométricos superiores a 100 mm em um dia, 150 mm em dois dias ou 200 mm em três dias, referentes ao posto Curva da Onça (cota 500 m da encosta da Serra do Mar), para 35 eventos (coletados nos arquivos dos jornais Folha de São Paulo, O Estado de São Paulo, Tribuna de Santos, Boletim do DERSA, Indústrias, Prefeitura, trabalhos técnicos, mapeamento de campo e informação verbal). Também foram obtidos dados horários do pluviógrafo (deste mesmo posto) para um período de oito dias (o qual compreendeu os sete dias anteriores ao evento e o dia posterior). Ao representarem estas informações em diagramas de dispersão e gráficos de acumulada e intensidade horária ao longo do tempo, observaram que “[...] os eventos de escorregamentos estavam ligados a intensidades fortes de chuvas associados a uma alta quantidade de chuva acumulada em quatro dias” (TATIZANA et al. 1987, p. 230). As situações de maior risco de deslizamentos eram decorrentes de “[...] chuva contínua, com picos de intensidade no final do evento chuvoso” (TATIZANA et al. 1987, p. 233).

Por fornecerem suporte termodinâmico para a formação de nuvens de chuva, por um período igual ou superior a quatro dias, os sistemas frontais e a ZCAS são considerados elementos diretamente relacionados ao desencadeamento de movimentos de massa e enchentes em diversas localidades da região Sudeste do Brasil. Com o objetivo de aprimorar o conhecimento sobre processos atmosféricos e movimentos de massa para antecipar situações de

risco, Ide e Macedo (2004) analisaram 130 eventos do banco de dados de acidentes de escorregamento do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), que ocorreram entre 1996 e 2004 no estado de São Paulo. Nestes eventos, agrupados em 34 cenários meteorológicos, houve 154 mortes. Segundo os resultados, a ZCAS e as frentes frias constituíram os cenários com maior quantidade de vítimas fatais. Fato também constatado por Seluchi e Chon (2009) ao estudar e identificar o padrão sinótico associado aos deslizamentos sobre a Serra do Mar entre 1995 e 2005. De 33 casos selecionados, 15 estiveram relacionados à ZCAS e 18 aos sistemas frontais.

Gonçalves e Guerra (2005) ao realizarem um estudo espaço-temporal de movimentos de massa no município de Petrópolis para o período compreendido entre 1960 e 1997, observaram que estes eventos estiveram diretamente associados à expansão de loteamentos irregulares e à estação chuvosa (verão). De acordo com os autores, os escorregamentos (tipo predominante) e as corridas de lama ocorreram de modo mais expressivo nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (considerados mais chuvosos tanto pelo número de dias quanto pelo total mensal).

Amaral e Feijó (2007) ao analisarem as características dos escorregamentos urbanos, entre 1938 e 2001, no Inventário do Rio de Janeiro, perceberam que as maiores incidências foram registradas nos anos em que o total precipitado foi muito superior à média pluviométrica anual (1967, 1986, 1988 e 1996). Quanto à distribuição geográfica, os dados revelaram que os acidentes em encostas se concentraram nas vertentes dos maciços montanhosos e dos morros localizados próximos do centro administrativo da cidade, os quais apresentaram número de favelas muito superior.

Araki (2007) relacionou a distribuição da precipitação pluvial durante os anos de 1991 a 2001 com registros de escorregamentos no município do Guarujá (SP). Ao comparar os resultados obtidos com um estudo similar desenvolvido para o mesmo município no período de 1965 a 1988 (NUNES e MODESTO, 1996), verificou que recentemente houve um aumento substancial na quantidade de ocorrências (496 contra 81), principalmente nos meses mais chuvosos (dezembro a fevereiro).

Portanto, a compreensão das características do regime de precipitação pluviométrica e dos sistemas atmosféricos que atuam sobre a região Sudeste do Brasil é fundamental para antecipar e minimizar os impactos decorrentes de chuvas extremas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho reside em analisar a variabilidade temporal e espacial da precipitação pluvial incidente sobre a região Sudeste do Brasil durante o período chuvoso (o qual compreendeu os meses de outubro a março) e associá-la a desastres naturais de origem hidrometeorológica (como inundações e movimentos gravitacionais de massa).

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a distribuição da Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) sobre o território brasileiro e especialmente sobre a área de estudo;
- Analisar a relação entre a precipitação pluviométrica incidente sobre a área de estudo e a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS);
- Comparar as intensidades dos episódios de ocorrência de ZCAS quanto à duração e totais pluviométricos;
- Analisar a relação entre a intensidade da precipitação pluviométrica e a ocorrência de desastres naturais na área de estudo.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é abordada a relação entre precipitação pluviométrica e as suas consequências ambientais na região Sudeste do Brasil. Através de um levantamento bibliográfico que envolveu a análise de artigos publicados em anais de congressos e de simpósios, livros, periódicos, dissertações e teses são enfatizados: os sistemas meteorológicos que atuam sobre a região Sudeste durante o verão austral (com destaque para a Zona de Convergência do Atlântico Sul), o conceito de desastre natural e o acelerado processo de urbanização que ocorreu na área em estudo (o qual foi fundamental para potencializar impactos relacionados às chuvas intensas, tornando-os catastróficos).

3.1 PRECIPITAÇÃO PLUVIAL E ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL

Precipitação é o nome dado a toda e qualquer forma de deposição líquida ou sólida derivada da atmosfera. “[...] Contudo, somente a chuva e a neve contribuem significativamente para com os totais de precipitação” (AYOADE, 2010, p. 159). Na zona tropical a inexistência de neve, exceto em pontos muito elevados como nas montanhas do Kilimanjaro, na África Oriental e os Andes, no oeste da América do Sul, faz com que a chuva se constitua na principal forma de deposição, por isso é utilizada como sinônimo de precipitação.

As diferentes combinações entre controles e processos climáticos conferem grande variabilidade às precipitações pluviais quanto à duração, frequência e intensidade dos episódios, como também em relação a sua distribuição temporal e espacial. A variabilidade das pluviosidades também está relacionada, de acordo com Conti e Furlan (2009, p. 94); Vianello e Alves (2000, p. 383) e Silva (2006, p. 4), a um conjunto de variáveis tais como altitude, bacias hidrográficas, características do solo, continentalidade, efeito das correntes marítimas, estações do ano, orografia, rotação da Terra e vegetação. Monteiro (1991, p. 45-46) adverte sobre a contribuição dos fluxos de energia, condicionantes externas, para a ocorrência dessas variabilidades no clima. Assim, seriam a partir das inter-relações entre componentes verticais e horizontais da atmosfera que se definirão na superfície terrestre os centros de ação, as massas de ar, frentes, ou seja, todo o complexo conjunto de sistemas de circulação horizontal, cuja atuação vem completar o quadro geral dos fluxos energéticos num dado lugar.

O Brasil apresenta uma ampla diversidade climática devido a sua extensão territorial. Suas terras estão sob o domínio de baixas e altas latitudes, o que o caracteriza por uma grande variedade de regimes de precipitação pluviométrica e de temperatura e isto lhe proporciona distintas paisagens e espaços suscetíveis a dinâmicas particulares.

Ao norte do território brasileiro, onde está localizada a floresta amazônica, verifica-se um clima equatorial chuvoso, praticamente sem estação seca. A Amazônia, de acordo com Marengo e Nobre (2009, p. 200), “[...] apresenta significativa heterogeneidade espacial e sazonal da pluviosidade, sendo a região com maior total pluviométrico anual [...].” No nordeste o período chuvoso restringe-se há poucos meses e é caracterizado pela distribuição irregular das chuvas. As porções norte e central do nordeste registram o máximo de precipitação entre os meses de março e abril, graças à atuação da Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. Enquanto no sul desta área os máximos são observados durante novembro e março, com o pico em dezembro, devido à incursão de sistemas frontais (KAYANO e ANDREOLI, 2009, p. 216). As regiões Sudeste e Centro-Oeste “[...] sofrem influência tanto de sistemas tropicais quanto de latitudes médias, com estação seca bem definida no inverno e estação chuvosa no verão com a presença de chuvas convectivas” (NERY, 2005, p. 62). No sul a localização latitudinal favorece a maior influência de sistemas frontais, os quais contribuem para uma distribuição aproximadamente uniforme das precipitações ao longo do ano.

Em relação às temperaturas têm-se desde climas mais quentes no norte até climas mais amenos ao sul do país. As variações da temperatura no decorrer do ano, nas médias latitudes, são muito importantes para a definição do clima desta região. “No período de inverno há maior penetração de massas de ar frio de altas latitudes, o que contribui para a predominância de baixas temperaturas” (QUADRO et al. 1996).

Durante os meses de dezembro a fevereiro os valores máximos de precipitação pluviométrica encontram-se sobre o centro do território sul americano. Com o inicio do outono deslocam-se em sentido norte-nordeste até atingir o extremo norte brasileiro. Nos meses de junho e agosto os valores máximos de chuva posicionam-se entre o sul da América Central e extremo noroeste da América do Sul. Com a chegada da primavera ocorre o retorno a sua posição de verão em uma faixa que se estende desde o leste amazônico até a região Sudeste do Brasil. Portanto, pode ser observada uma sazonalidade na distribuição espaço-temporal da precipitação pluvial sobre a América do Sul.

Oliveira (1986) observou este comportamento das precipitações no continente sul americano quando procurou estabelecer uma climatologia de interações entre sistemas frontais (SF) e a convecção tropical (CT) sobre a Amazônia, através de imagens de satélite geoestacionário (GOES-EAST) referentes a um período de dez anos (1975-1984). Segundo a autora, os SF ao adentrarem o continente se associam com a CT formando uma faixa de nebulosidade convectiva (FxNC) de direção preferencial noroeste-sudeste, que se estende sobre a região amazônica e porção central do Brasil até a costa atlântica. A FxNC é mais frequente durante os meses de novembro a março, quando a CT ocorre de forma mais intensa sobre o continente e com a presença dos SF localizados entre 25° e 20° S.

Entre os principais condicionantes do aquecimento atmosférico e da consequente formação de nuvens convectivas na América do Sul tem-se a presença da Amazônia. Características como a localização dos Andes em seu limite ocidental (o qual se apresenta como uma barreira natural ao escoamento predominante dos alísios nos baixos níveis), presenças da maior bacia hidrográfica e floresta equatorial, além da elevada quantidade de radiação solar incidente (devido à sua proximidade com a linha do Equador), favorecem altas taxas de evapotranspiração e totais de precipitação sobre essa região (OLIVEIRA, 1986, p. 7). São estas condições associadas à penetração de sistemas frontais que garantirão o transporte de umidade, calor e momento das baixas para as médias e altas latitudes. Tal mecanismo é responsável pela ocorrência de convecções profundas sobre as regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Oliveira (1986) apresentou em quatro bandas latitudinais distintas, desde a latitude 40° S até 20° S, a configuração das faixas de nebulosidade conforme as interações entre sistemas atmosféricos tropicais e frontais (Figura 3.1). Conforme tal estudo, para que um sistema frontal fosse contado ele teria que provocar nebulosidade sobre o continente quando atingisse o limite inferior de uma banda. Além disso, para que fosse denominada associação, essa nebulosidade convectiva deveria se estender desde o litoral brasileiro até a região Amazônica.

De acordo com esta autora, a trajetória dos sistemas frontais ao sul do início da banda 1 (40° S), parece ser predominantemente zonal até o ramo mais oeste do sistema atingir a latitude de 35° S. Deste ponto o sistema poderia tanto prosseguir em uma direção meridional até se associar com a convecção tropical nas latitudes baixas, quanto manter seu curso zonal pelo litoral. “Os SF que ultrapassam 35° S começam a se organizar mais com a CT, principalmente no verão” (OLIVEIRA, 1986, p. 24). A associação entre estes dois sistemas (Figura 3.1), inicia-se a

partir da banda 1 (40° S – 35° S) e, caso ali permaneça, a nebulosidade abrangerá todo o Andes até o oeste amazônico. Na banda 2 (35° S – 25° S) é representado o produto da interação desde o rio da Prata, passando por Curitiba (PR), até o centro e o oeste da Amazônia. O local de maior número de interações é a banda 3 (25° S – 20° S), formando faixas que se estendem desde Curitiba (PR) até Cabo Frio (RJ). Finalmente, a banda 4 (ao norte de 20° S) demonstra a associação sobre a parte oriental da Amazônia.

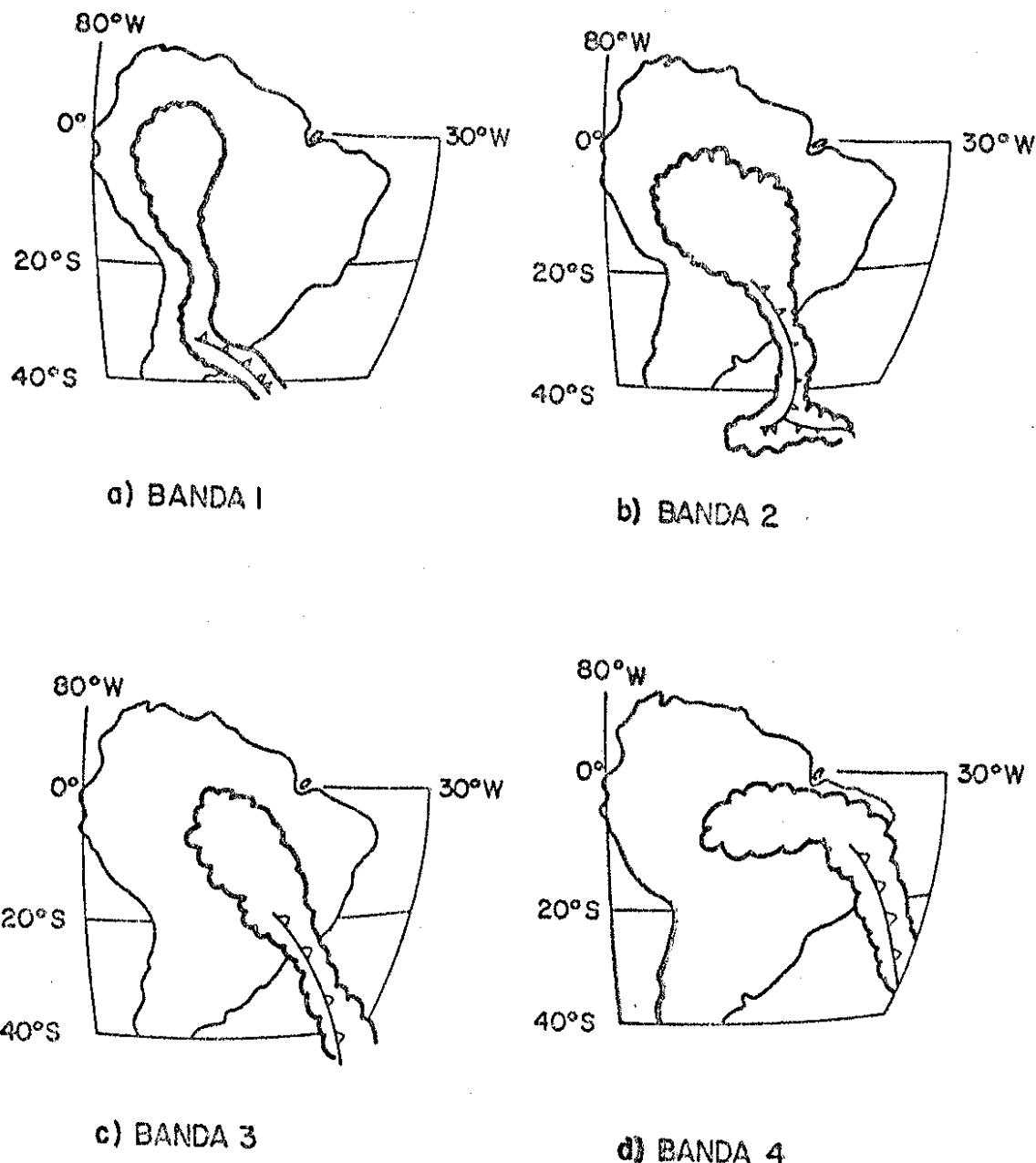


Figura 3.1.1. Configuração da faixa de nebulosidade em quatro bandas latitudinais.

Fonte: Oliveira (1986, p. 27).

De acordo com Calbete et al. (1996), as chuvas intensas que atingem as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, principalmente nas estações de primavera e verão, estão relacionadas tanto a Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) quanto a complexos convectivos, e ambos são intensificados quando associados aos sistemas frontais (SF). Para outros autores como Vasconcelos (2008), Seluchi e Chon (2009), Bustamante (2010), Lima e Satyamurty (2010) a ocorrência de elevados totais pluviométricos, e de desastres de origem hidrometeorológica em diversas localidades da região Sudeste do Brasil, estão vinculados à atuação dos SF e das ZCAS.

Estudados desde o século XIX “[...] em razão da grande importância que tais sistemas assumem no transporte de calor, na umidade e na quantidade de movimento, além de mudanças no tempo das regiões que atuam” (GAN e SELUCHI, 2009, p. 111), os sistemas frontais são gerados pelo encontro de massas de ar com características térmicas e hídricas diferentes. Atuam sobre o continente sul americano durante todo o ano, especialmente nos meses de abril a agosto, quando a menor quantidade de radiação solar incidente sobre o Hemisfério Sul favorece a constituição de frentes frias que avançam até baixas latitudes. “[...] As frentes ocorrem em maior número e durante todo o ano entre 25° S e 30° S, mas são mais numerosas de maio a outubro” (CAVALCANTI e KOUSKY, 2009, p. 135). No verão frequentemente se posicionam ao longo da costa brasileira entre os estados de São Paulo e Bahia. Ao interagirem com o ar tropical quente e úmido favorecem a configuração da ZCAS e, consequentemente, produzem convecções profundas, intensa nebulosidade e geram chuvas excessivas tanto no continente, quanto no litoral do sudeste do país.

Definidos como sistemas fechados de baixa pressão, de escala sinótica, que se formam na alta troposfera (GAN, 1982, p. 2), os VCAN de origem subtropical (ou do tipo Palmén) atuam sobre as regiões Sul e Sudeste do Brasil e provocam chuvas e ventos fortes (LOURENÇO et al. 1996). O mecanismo clássico de formação dos VCAN está vinculado à incursão de sistemas frontais para latitudes baixas, o que acarreta na liberação de uma grande quantidade de calor latente (KOUSKY e GAN, 1981, p. 545). O aumento da temperatura média amplifica a crista na alta troposfera e o cavado que está a leste da Alta da Bolívia, formando um vórtice nos altos níveis da atmosfera (GAN, 1982, p. 10; FERREIRA et al. 2009, p. 52). Na estrutura vertical destes vórtices são observados movimentos descendentes no seu centro, o que proporciona o transporte de ar frio e seco dos altos para os baixos níveis da troposfera. Enquanto

na periferia os movimentos ascendentes propiciam a constituição de nuvens. “É importante ressaltar que os VCAN clássicos podem causar estiagens por vários dias na região do seu centro e precipitação intermitente nos flancos leste e oeste do sistema” (FERREIRA et al. 2009, p. 52).

A presença destes vórtices é um dos fatores responsáveis pela configuração da ZCAS. A atuação de VCAN sobre a região Nordeste durante todo o mês de janeiro de 2010 impediu que os sistemas frontais (SF) atingissem as baixas latitudes e facilitou a associação destes com a convecção tropical (CT). Isto favoreceu a convergência de umidade e a organização de bandas de nebulosidade (CLIMANÁLISE, 2010, p. 19). Na Figura 3.2 poder ser observado o VCAN atuando sobre o oceano, próximo ao litoral sul da Bahia e norte do Espírito Santo, cuja localização contribuiu para intensificar a atividade convectiva entre os dias 13 e 16 deste mês.

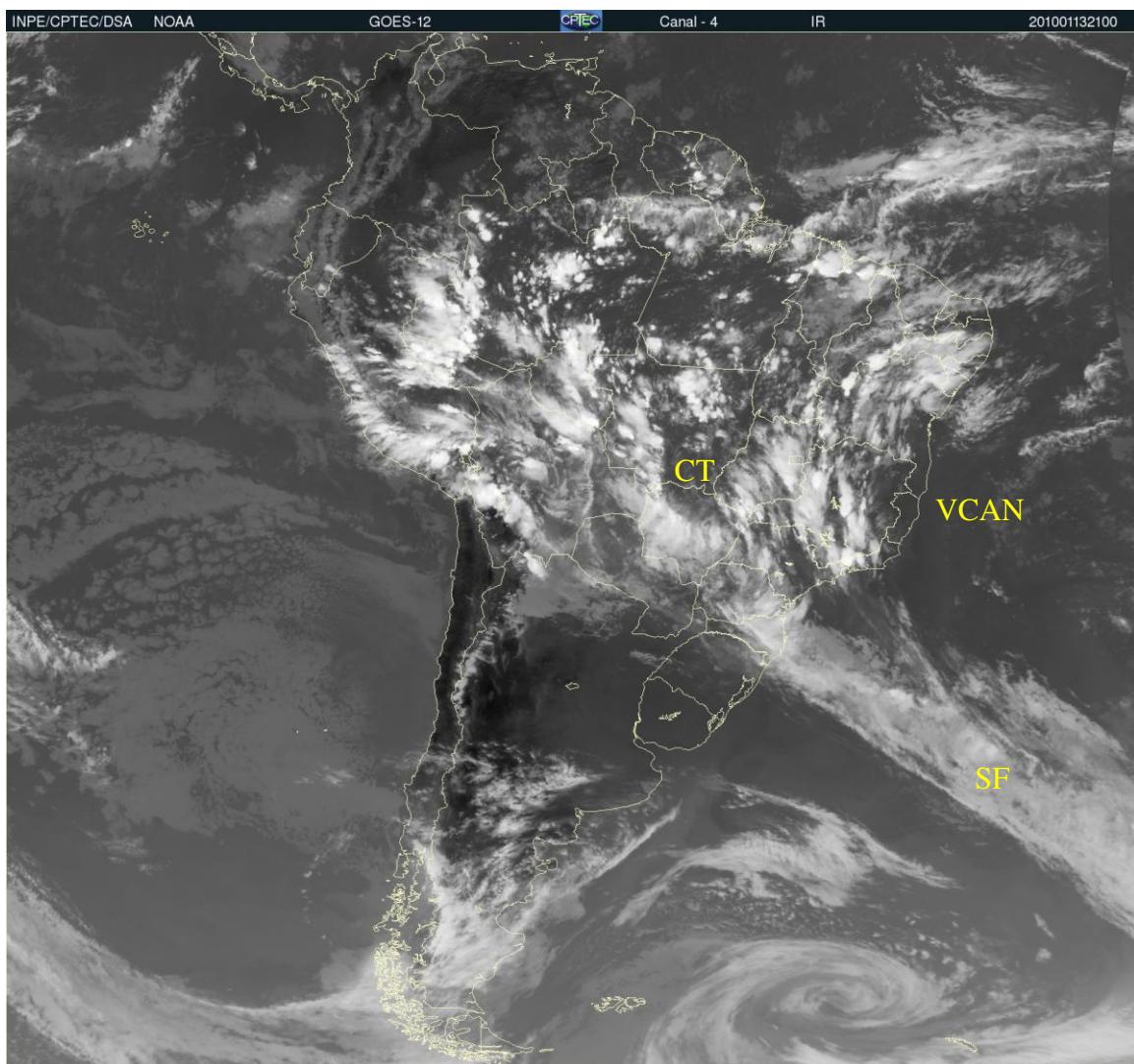


Figura 3.1.2. Sistemas atmosféricos que atuaram sobre o Brasil em 13/01/2010.

Fonte: INPE/CPTEC/DSA; Climanálise (2010, p. 25).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são sistemas convectivos responsáveis pela ocorrência de precipitação nos trópicos e em diversas localidades nas latitudes médias durante as estações quentes. Conhecer a evolução dos CCM é importante para compreender o tempo e clima da região tropical, melhorar a previsão e, assim, reduzir danos proporcionados por condições meteorológicas severas (MACHADO e LAURENT, 2004, p. 714). Constituídos por extenso aglomerados de nuvens de grande desenvolvimento vertical, com formato aproximadamente circular, diâmetro da ordem de centenas de quilômetros e tempo de vida mínimo de seis horas, os CCM estão associados a tempestades, granizo, rajadas de vento e até tornados. Nos critérios originais de classificação dos CCM, definidos por Maddox (1980), são considerados o tamanho, a forma e o tempo de vida.

Quanto ao tamanho, o sistema deve apresentar cobertura de nuvens com temperaturas no infravermelho menores que -32°C e área de 100.000 km^2 , sendo que a região mais interna da nuvem deve apresentar temperaturas menores que -52°C com área de 50.000 km^2 . No que diz respeito à forma deve ter o formato circular com excentricidade (eixo menor/eixo maior) maior que 0,7. O tempo de vida é caracterizado quando ocorrem por período superior a seis horas (SILVA DIAS et al. 2009, p. 182).

Velasco e Fritsch (1987) foram pioneiros em documentar a atuação de CCM sobre a América do Sul. Verificaram características similares em relação aos complexos convectivos observados na América do Norte. Entretanto, os que ocorreram sobre o continente sul americano eram mais extensos (60 % maiores). Conforte (1997) demonstrou que os CCM atuam sobre a América do Sul principalmente durante a primavera (39 % dos casos) e apresentam, aproximadamente, 190.000 km^2 de área e duração de 16 horas.

Convencionalmente pode-se definir a ZCAS como uma persistente faixa de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste (NO-SE), associada a uma zona de convergência na baixa troposfera, que se estende desde o sul da Amazônia até a região subtropical do Atlântico entre os meses de novembro a março, quando há maior convecção tropical na América do Sul.

Estes episódios podem ser facilmente identificados por imagens de satélite (KOUSKY, 1988, p. 217) ou ainda em padrões de distribuição de radiação de onda longa emergente (CARVALHO et al. 1989, citado por SILVA, 2006, p. 21). Os mecanismos de gênese e manutenção das ZCAS não foram totalmente definidos, porém a presença da convecção tropical (CT) sobre o continente sul americano é considerada, por muito estudiosos, a condição básica

para a formação das ZCAS. Através de um modelo numérico em coordenadas ETA, e incluindo os Andes, Figueroa et al. (1995) encontraram uma zona de convergência na baixa troposfera com inclinação NO-SE, semelhante à orientação da ZCAS, como resposta a uma forçante térmica na Amazônia.

Ao estudar Zonas de Convergência, Kodama (1993) faz referência a duas condições de grande escala para sua ocorrência: o escoamento de ar quente e úmido, em baixos níveis, em direção às altas latitudes e presença do Jato Subtropical (JST) em altos níveis, fluindo em latitudes subtropicais. Outras pesquisas destacam a presença de sistemas atmosféricos como a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e um cavado semiestacionário a leste dos Andes (Alta da Bolívia).

Juntamente com a própria Cordilheira dos Andes, estes sistemas favorecem a manifestação e interferem no posicionamento das bandas de nebulosidade sobre a América do Sul. A existência dos Andes no leste amazônico provoca uma deflexão (curvatura) no giro dos ventos alísios que são forçados a tomarem a direção sul-sudeste. Tal fato é um bom indício de como a umidade pode ser transportada da região fonte (Amazônia) para a zona de convergência (QUADRO, 1994, p. 40).

A Alta Subtropical do Atlântico Sul localizada sobre as médias latitudes, na borda sudoeste da faixa de nebulosidade, contribui para a penetração de sistemas frontais na área continental, impulsionando-os até latitudes mais baixas para se associarem a CT. Enquanto a Alta da Bolívia, localizada no leste dos Andes, ao receber o calor latente liberado pelo processo de convecção derivado desta associação, desloca-se (tanto para sudeste quanto para sudoeste) permitindo a maior abrangência do campo convectivo da ZCAS.

Esta zona pode ser classificada como um fenômeno atmosférico que permanece em uma região, ao menos quatro dias, onde em superfície o vento é de norte, ao norte da ZCAS e é de sul na parte ao sul desse sistema (JUSTI DA SILVA e SILVA DIAS, 2002, p. 861). Tal comportamento justifica a separação das áreas mais chuvosas, que se localizam no interior das bandas de nebulosidade, daquelas onde não há precipitação, localizadas aos extremos dessas bandas. As análises de dados de radiação de onda longa emitida para o espaço e de precipitação pluvial confirmam que o encontro de frentes com sistemas tropicais promove um aumento da atividade convectiva continental por ocasião de permanência destes eventos (OLIVEIRA, 1986; KODAMA, 1992; ROCHA e GANDU, 1996).

Observações indicam que a ZCAS tende a se posicionar mais ao norte, no início do verão, deslocando-se posteriormente para o sul, conforme se aproxima o fim da estação chuvosa (NOBRE, 1988; SILVA DIAS et al. 1991; QUADRO, 1994). A diferença entre esses extremos pode variar de 10 a 15° de latitude, ao longo da costa do Brasil. Desta variabilidade podem resultar situações mais ou menos chuvosas para determinados locais, uma vez que a permanência da banda de nebulosidade altera o regime de chuvas dessas regiões afetadas, pois acarreta a elevação dos volumes pluviométricos (QUADRO, 1994; FERREIRA et al. 2004).

Dentre os estudos sobre os episódios de ZCAS tem-se o de Quadro (1994) que estudou 28 episódios durante os verões (meses de dezembro a fevereiro) de 1980 a 1989, procurando caracterizar este fenômeno, relacionando-o com a circulação de grande escala sobre o território sul americano e oceanos adjacentes. Para tal utilizou parâmetros meteorológicos como cartas de superfície fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados de altitude oriundos do *European Center for Medium Weather Forecasts* (ECMWF).

Os dados de chuvas utilizados foram provenientes de 40 estações meteorológicas, as quais abrangearam as regiões Sul, Sudeste, Brasil Central e sul do Nordeste. Os dados referentes às precipitações durante os verões de 1980-1983 foram fornecidos pelo 1º Distrito Nacional de Meteorologia (DNMET) do INMET e aqueles dos verões de 1984-1989 são provenientes de cartas de superfície, fornecidos pelo 7º DNMET. Para encontrar as características associadas à ZCAS foram selecionadas imagens de satélite em que se evidenciava a configuração da faixa de nebulosidade semiestacionária, de direção NO-SE, com duração mínima de quatro dias. Analisaram-se cada um dos casos escolhidos durante 15 dias, na forma de pêntadas, sendo que a ZCAS aparecia mais bem definida, tanto pelo seu posicionamento quanto pela persistência da precipitação, na pêntada central (entre o sexto e o décimo dia).

De acordo com Quadro (1994, p. 46): o mês de fevereiro apresentou nas imagens de satélite o número maior de episódios de ZCAS, além do vórtice ciclônico sobre o nordeste do Brasil mais bem definido. Além disso, foi neste mês que os episódios se posicionaram mais ao sul, sobre São Paulo, norte do Paraná, Mato Grosso do Sul e sul dos estados de Minas Gerais e de Goiás.

Baseado nos resultados desse estudo, Quadro (1994, p. 83) identificou as seguintes características comuns aos episódios: banda de nebulosidade convectiva, com direção NO-SE, a partir da região de intensa convecção tropical (Amazônia e Brasil Central)

prolongando-se até o oceano Atlântico subtropical; elevada convergência de umidade na baixa e média troposfera; movimento ascendente do ar na mesma direção da faixa de nebulosidade; presença de cavados semiestacionários a leste dos Andes; intenso gradiente de temperatura equivalente ao sul da banda e circulação anticiclônica em altos níveis.

Sanches e Silva Dias (1996) analisaram aspectos sinóticos de 12 ocorrências de ZCAS durante os verões de 1992-1993, 1993-1994, 1994-1995, as quais totalizaram 85 dias de atuação. Tais ocorrências foram analisadas conforme os seguintes parâmetros: temperatura, umidade relativa, altura geopotencial e vento em 1000 hPa, 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa, 400 hPa, 300 hPa, 250 hPa, 200 hPa, 150 hPa e 100 hPa (nos horários de 00 e 12 UTC). Segundo estes autores os campos diagnósticos, principalmente de linha de corrente, vorticidade relativa e divergência de umidade e de massa, mostraram-se instrumentos eficazes na determinação deste fenômeno meteorológico.

Satyamurty et al. (2000) apresentaram as condições sinóticas que contribuíram para a ocorrência de um episódio de ZCAS que atuou por seis dias sobre a Serra da Mantiqueira no início de 2000. Segundo os autores, uma frente fria que se aproximou do litoral do estado de São Paulo em 31 de dezembro de 1999 causou uma advecção quente forte sobre o norte paulista, sul de Minas Gerais, Rio de Janeiro e oceano adjacente. Esta situação propiciou a formação de um centro de baixa pressão sobre o oceano Atlântico próximo do litoral entre São Paulo e Rio Grande do Sul e fortaleceu a convecção na região frontal. A subsidência causada pela formação do vórtice em altos níveis no Atlântico tropical próximo do litoral do Nordeste bloqueou a frente no Sudeste e casou a sua permanência, caracterizando a ZCAS.

Carvalho et al. (2002) examinaram a relação entre a atividade convectiva vinculada à posição geográfica da ZCAS e a ocorrência de eventos extremos de chuva no estado de São Paulo. Definiram estes extremos como valores correspondentes a 20 % (ou mais) do total do trimestre chuvoso (dezembro a fevereiro), registrados pelos postos pluviométricos em um único dia. A partir deste critério foram contabilizados 146 eventos em um período de dezessete anos (1979-1996). Estes autores verificaram que, aproximadamente, 65 % dos eventos extremos de precipitações ocorreram quando a ZCAS apresentou extensa e intensa atividade convectiva ($ROLE \leq 200 \text{ W/m}^2$).

Ferreira et al. (2004) a partir de manifestações de ZCAS identificadas anteriormente (CLIMANÁLISE, 1987-2000; KODAMA, 1992; QUADRO, 1994; SANCHES e

SILVA DIAS, 1996), analisaram os padrões atmosféricos dominantes nestes episódios durante os anos de El Niño – Oscilação Sul (ENOS), fase quente do oceano Pacífico Tropical e La Niña – Oscilação Sul, fase fria do oceano Pacífico Tropical a partir de uma técnica de composição envolvendo as reanálises do *National Centers for Environmental Prediction-National Center for Atmospheric Research* (NCEP-NCAR) para os meses de verão no período de 1980 a 2000 e dados diários de ROLE. Estes autores observaram maior ocorrência de episódios de ZCAS em anos de La Niña e normais do que nos de El Niño, os quais apresentaram cerca de três episódios. Foram contabilizados vinte e três eventos de ZCAS em oito períodos de ENOS (fase quente), dezesseis episódios em cinco períodos de ENOS (fase fria) e vinte e oito ocorrências em oito anos normais. Além disso, houve intensificação da convecção sobre o oceano Atlântico sudoeste no período de El Niño e sobre o continente no de La Niña (FERREIRA et al. 2004, p. 91).

Para identificar os eventos de chuvas persistentes sobre a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH) que estiveram associados à ZCAS, Lucas (2007) utilizou episódios anteriormente descritos no Climanálise (edições de 2000 a 2005) e dados de 16 postos pluviométricos do 5º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Agência Nacional de Águas (ANA), referentes ao período de 1970 a 2005. Segundo a autora, os eventos classificados como persistentes (os quais apresentaram volumes pluviométricos superiores a 1 mm, em 80 % dos postos de coleta e no mínimo por três dias consecutivos) ocorreram preferencialmente nos meses em que a configuração da ZCAS é mais frequente (novembro, dezembro e janeiro).

O monitoramento e estudo dessas bandas de nebulosidade convectiva que permanecem semiestacionárias sobre as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, por muitos dias são de fundamental importância para a compreensão do quadro climático destas regiões. Assim, estudar o modo como estes eventos interagem com o processo natural de transferência de energia e vapor de água das baixas para as altas latitudes do país, constitui-se tanto em uma grande contribuição para a previsão de impactos decorrente das chuvas, planejamento e execução de obras e de uma série de atividades econômicas, seja na cidade ou no campo, quanto uma valiosa fonte de informação para outros estudos afins e órgãos estaduais e municipais como as Secretarias de Estado de Defesa Civil (SEDEC) e Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC).

3.2 DESASTRES NATURAIS, URBANIZAÇÃO E VULNERABILIDADE

Tema presente no cotidiano de significativa parcela da população mundial, os desastres naturais são graves perturbações do funcionamento de uma sociedade ou comunidade que envolve perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade dessa sociedade ou comunidade afetada de arcar com seus próprios recursos (UNISDR, 2009, p. 5).

Normalmente súbitos e inesperados estes eventos podem ser diferenciados entre si quanto à sua gênese em hidrometeorológicos, exógenos ou de dinâmica externa (avalanches de neve, incêndios florestais, inundações, movimentos gravitacionais de massa, temperaturas extremas e ondas de calor, tempestades, tornados, furacões e secas) e os de dinâmica interna, endógenos ou geofísicos (terremotos, tsunamis e vulcanismos) (ALCÁNTARA-AYALA, 2002, p. 109; MARCELINO, 2003, p. 33; NUNES, 2009a, p. 55; TOMINAGA, 2009, p. 14).

O convívio com os desastres naturais é inevitável, e todas as pessoas, em maior ou menor grau, estão expostas a eles. Os fenômenos capazes de desencadeá-los fazem parte da dinâmica evolutiva planetária (NUNES, 2009a, p. 55). Não constituem perigos em si, mas adquirem essa característica à medida que sua manifestação interfere na funcionalidade de um território e, consequentemente, na rotina da população. Seus registros atestam “[...] a busca de equilíbrio do planeta - instável por definição - o que evidencia que as dramáticas consequências dos eventos físicos nos grupos humanos espelham as interações conflituosas entre sociedade e natureza” (NUNES, 2009b, p. 180).

Diversos estudos tem relatado um aumento abrupto do número de desastres naturais em todos os continentes, principalmente nos países em desenvolvimento, e de seus efeitos nefastos: crescentes números de vítimas e de montantes financeiros necessários ao socorro da população e à reconstrução das áreas atingidas. Tais estatísticas podem ser atribuídas à conjunção de diversos fatores: crescimento populacional, segregação socioespacial, acumulação de capital fixo em zonas perigosas (*hazard zones*), avanço tecnológico das comunicações e mudanças climáticas globais (MARCELINO et al. 2006b, p. 135).

De acordo com o *Independent Evaluation Group* (2006, p. 3), os custos relativos às perdas materiais entre 1990 e 1999 (652 bilhões de dólares) foram quinze vezes superiores àquelas ocorridas entre 1950 e 1959 (38 bilhões de dólares em valores de 1998). Em

2011 o *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (CRED) contabilizou 332 desastres naturais, os quais resultaram em 30.773 mortes, 244,7 milhões de vítimas e prejuízos econômicos estimados em 366,1 bilhões de dólares (maior cifra já registrada em um único ano). O terremoto Tóhoku e o tsunami que atingiu o Japão em 11 de março de 2011 (Figura 3.2.1) ceifaram a vida de 19.850 pessoas e proporcionaram danos avaliados em 210 bilhões de dólares. Na China mais de 67,9 milhões de pessoas foram afetadas pelas enchentes ocorridas no mês de junho. A Ásia foi o continente que mais registrou desastres neste período (44,0 %), em seguida estão as Américas (28,0 %), África (19,3 %), Europa (5,4 %) e Oceania (3,3 %) (GUHA-SAPIR et al. 2012, p. 1-2).



Figura 3.2.1. Vista geral da cidade de Kesennuma, província de Miyagi, no norte do Japão.

Fonte: <<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/2389-terremoto-e-tsunami-no-japao-16-03#foto-47000>>.

O Brasil está sujeito à ocorrência de desastres decorrentes da dinâmica externa da superfície terrestre, tais como inundações, enchentes, escorregamentos de solos e/ou rochas e tempestades (TOMINAGA, 2009, p. 18). Estes desastres são deflagrados pelas intensas precipitações pluviais incidentes sobre as regiões Sul e Sudeste, no período de verão austral e também sobre o nordeste brasileiro, durante o inverno. Segundo Nunes (2009a, p. 65), dados do *Emergency Disasters Data Base* (EM-DAT) entre 1948 e junho de 2009 (180 registros) atestam

que 90,0 % dos eventos, 98,5 % dos afetados, 79,3 % das mortes e 99,9 % dos prejuízos econômicos observados no país foram causados por fenômenos de origem atmosférica (climatológicos, meteorológicos e hidrológicos).

Através do resgate de documentos oficiais (referentes ao período de 1991 a 2010), pesquisadores do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) contabilizaram 31.909 desastres naturais, 2.475 mortos e 96.220.879 de afetados no Brasil (CEPED, 2012, p. 28-29). O percentual de afetados e de vítimas fatais por tipo de evento pode ser observado na Figura 3.2.2. É importante destacar que não houve mortes relacionadas a erosões marítimas, incêndios florestais e geadas. Nota-se que estiagens e secas (50,34 %) e inundações bruscas (29,56 %) são os desastres que afetaram mais pessoas. Em relação às vítimas fatais, os maiores percentuais estão associados às inundações bruscas (43,19 %) e aos movimentos de massa (20,40 %).

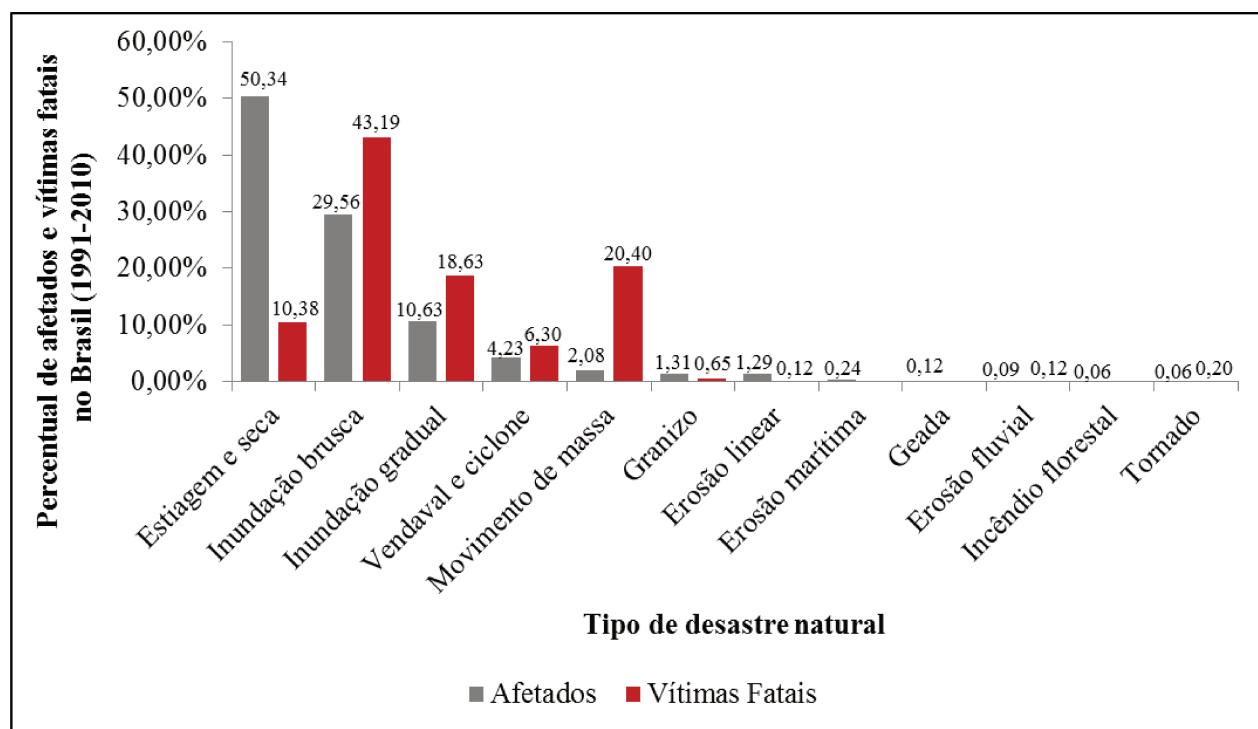


Figura 3.2.2. Percentual de afetados e vítimas fatais por desastres no Brasil (1991-2010).

Fonte: CEPED (2012, p. 29). Organizado por Leônidas M. Malvestio.

A análise dos números absolutos das cinco macrorregiões brasileiras nestas duas décadas permite inferir que o sudeste do país apresentou a segunda maior quantidade de ocorrências (6.418). Destas, 4.137 foram registradas no estado de Minas Gerais, 831 em São

Paulo, 824 no Espírito Santo e 626 no Rio de Janeiro (CEPED, 2012, p. 85). Quanto à tipologia dos desastres foram 2.270 ocorrências de estiagens e secas (13,40 % do total de registros do país), 2.036 inundações bruscas e alagamentos (30,07 %), 1.159 inundações graduais (31,55 %), 371 movimentos de massa (81,72 %), 364 vendavais e ciclones (16,18 %) e 149 de granizo (10,88 %).

A região Sudeste também registrou entre os dias 11 e 12 de janeiro de 2011 o maior desastre natural dos últimos 46 anos no Brasil. Elevados totais pluviométricos, concentrados em um pequeno período de tempo (aproximadamente 24 horas), contribuíram para a deflagração de uma série de deslizamentos que transportaram toneladas de detritos, rochas e solo. Este evento vitimou mais de 905 pessoas, afetou outras 300.000 e provocou perdas econômicas estimadas em 4,78 bilhões de reais. Os custos mais relevantes (647 milhões de reais) foram vinculados ao setor de habitação (BANCO MUNDIAL, 2012, p. 9). Na Figura 3.2.3 podem ser visualizados impactos relacionados a essas avalanches que atingiram principalmente os municípios de Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis.



Figura 3.2.3. Vista do bairro Campo Grande no município de Teresópolis em 14/01/2011.

Fonte: <<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/1880-chuva-no-rio-de-janeiro#foto-35897>>.

Diretamente relacionados à história do homem e dos meios de apropriação e uso de recursos naturais, os desastres provocam impactos que atinge de maneira distinta países, regiões e grupos sociais. Distinção que não ocorre exclusivamente em função da magnitude do evento. Mas, de uma série de fatores relacionados às condições socioeconômicas, políticas e culturais vigentes (ALCÁNTARA-AYALA, 2002, p. 108). As combinações de tais condições configuram especificidades que podem potencializar ou minimizar os danos. Tanto a probabilidade de ocorrência quanto o nível dos impactos estão correlacionados com “[...] os graus de organização dos grupos sociais, com a qualidade da infraestrutura, com medidas estruturais e não estruturais voltadas ao enfrentamento dos riscos e desastres, bem como com a estruturação política do país/unidade política atingida” (NUNES, 2009b, p. 180).

O ritmo de crescimento urbano é outro fator capaz de interferir tanto na magnitude quanto na capacidade de resposta aos eventos adversos, pois transforma a estrutura demográfica de um país e propicia alterações significativas nas características ecológicas e paisagísticas regionais. Na Europa e América do Norte o processo de urbanização é antigo e foi realizado conforme as sucessivas revoluções tecnológicas. “[...] Tanto as cidades quanto as redes urbanas se organizaram lentamente” (SANTOS, 1989, p. 22). Enquanto nos países subdesenvolvidos este processo é recente e ocorreu mais rapidamente, efetuando-se em um contexto econômico e político diferente dos países desenvolvidos (SANTOS, 1989, p. 24).

A verdadeira inversão quanto ao lugar de residência dos brasileiros ocorre entre 1940 e 1980. “Nestes quarenta anos triplica a população total do Brasil, ao passo que a população urbana se multiplica por sete vezes e meia” (SANTOS, 2005, p. 31). A modernização e diversificação da produção industrial (iniciadas na segunda metade do século XX e intensificadas a partir da década de 1970, com a internacionalização da economia) promoveram um intenso deslocamento da população rural para as cidades. Movimento que é contemporâneo de um forte crescimento demográfico, “[...] resultado de uma natalidade elevada e de uma mortalidade em descenso, cujas causas essenciais são os progressos sanitários, a melhoria relativa nos padrões de vida e a própria urbanização” (SANTOS, 2005, p. 33).

Possibilidades de “[...] tratamentos médico e assistencial, de condições educacionais de melhor qualidade e nível mais alto, de (às vezes ilusórias) facilidades de habitação e emprego [...]” (CARVALHO e PRANDINI, 1998, p. 488), exerceram poderoso atrativo sobre o homem do campo. Conforme dados do Censo Demográfico (IBGE, 2011) 40 %

dos 51.941.767 de brasileiros residiam nas cidades em 1950. Estas, “[...] sob moderada pressão de crescimento, tinham seus melhores terrenos ocupados. Ficavam sem ocupação os visivelmente problemáticos” (CARVALHO e PRANDINI, 1998, p. 487). Vinte anos mais tarde a população absoluta registraria um aumento de 82 %. A zona urbana, por sua vez, passou a concentrar 56 % dos habitantes. Atualmente são 190.755.799 (o dobro de 1970) e os núcleos urbanos abrigam, aproximadamente, 84 % deste montante nos mais variados terrenos e condições de habitação.

Este processo de urbanização, no entanto, implicou em elevada concentração geográfica de atividades e de população nos maiores centros urbanos, sobretudo aqueles localizados na região Sudeste. Durante o decênio 1970-1980, “[...] as periferias de São Paulo e Rio de Janeiro absorvem 11,61 % do incremento demográfico do país, enquanto os municípios-centro recolhem 13,97 %” (SANTOS, 2005, p. 85). Somente a aglomeração paulistana absorveu “[...] 40 % do incremento total das regiões metropolitanas entre 1960 e 1970 e mais de 40 % entre 1970 e 1980” (SANTOS, 2005, p. 86). As outras sete metrópoles (Belém, Fortaleza, Recife, Salvador, Belo Horizonte, Curitiba e Porto Alegre) também apresentaram crescimento expressivo. De acordo com Santos (2005, p. 85), esses nove aglomerados praticamente dobraram os seus percentuais em relação à população total do país nestes quarenta anos: de 14,98 % (1940) para 28,93 % (1980).

O vertiginoso contingente populacional urbano associado à estruturação de um mercado imobiliário que privilegiou as classes média e alta em detrimento dos segmentos de baixa renda (MARICATO, 2000), à recessão da economia nacional e ao recuo no investimento em políticas públicas e sociais (MARICATO, 2009), contribuiu para a consolidação de uma expansão urbana caracterizada pela segmentação e diferenciação social, demográfica, econômica e ambiental.

Tal padrão distingue-se também pela baixa qualidade de vida urbana e pelo espraiamento territorial onde fenômenos como a conurbação, desconcentração demográfica, periferização e o consequente adensamento excessivo de áreas desprovidas de infraestrutura urbana e de equipamentos sociais são realidades cada vez mais presentes nas grandes aglomerações, em especial nas metrópoles (CUNHA et al. 2006, p. 143).

Mesmo com a atenuação do desenvolvimento metropolitano (metropolização) e a desconcentração populacional nos grandes centros da região Sudeste (mais evidente em São Paulo e no Rio de Janeiro a partir de 1980), as periferias das metrópoles continuaram exibindo taxas demográficas elevadas e superiores às do município sede (BAENINGER, 1998, p. 747;

LAGO, 1998, p. 385; GROSTEIN, 2001, p. 13). Impelidos para locais cada vez mais distantes do centro e para as cidades limítrofes devido à valorização dos terrenos e à deterioração dos salários, restou aos segmentos de menor poder aquisitivo como solução de moradia a autoconstrução de assentamentos precários em áreas rejeitadas pelo mercado imobiliário tais como “[...] beira de córregos, encostas dos morros, terrenos sujeitos a enchentes ou outros tipos de riscos, regiões poluídas, ou áreas de proteção ambiental [...]” (MARICATO, 2003, p.154).

O adensamento populacional e a proliferação de favelas nestes locais de maior fragilidade ambiental contribuíram para o desenvolvimento de situações de vulnerabilidade (Figura 3.2.4). As quais são caracterizadas pela coexistência ou sobreposição espacial de “[...] grupos sociais com maiores níveis de pobreza e privação, portanto com menor capacidade de reação às situações de risco e áreas com maior exposição ao risco e à degradação ambiental [...]” (ALVES e TORRES, 2006, p. 56).

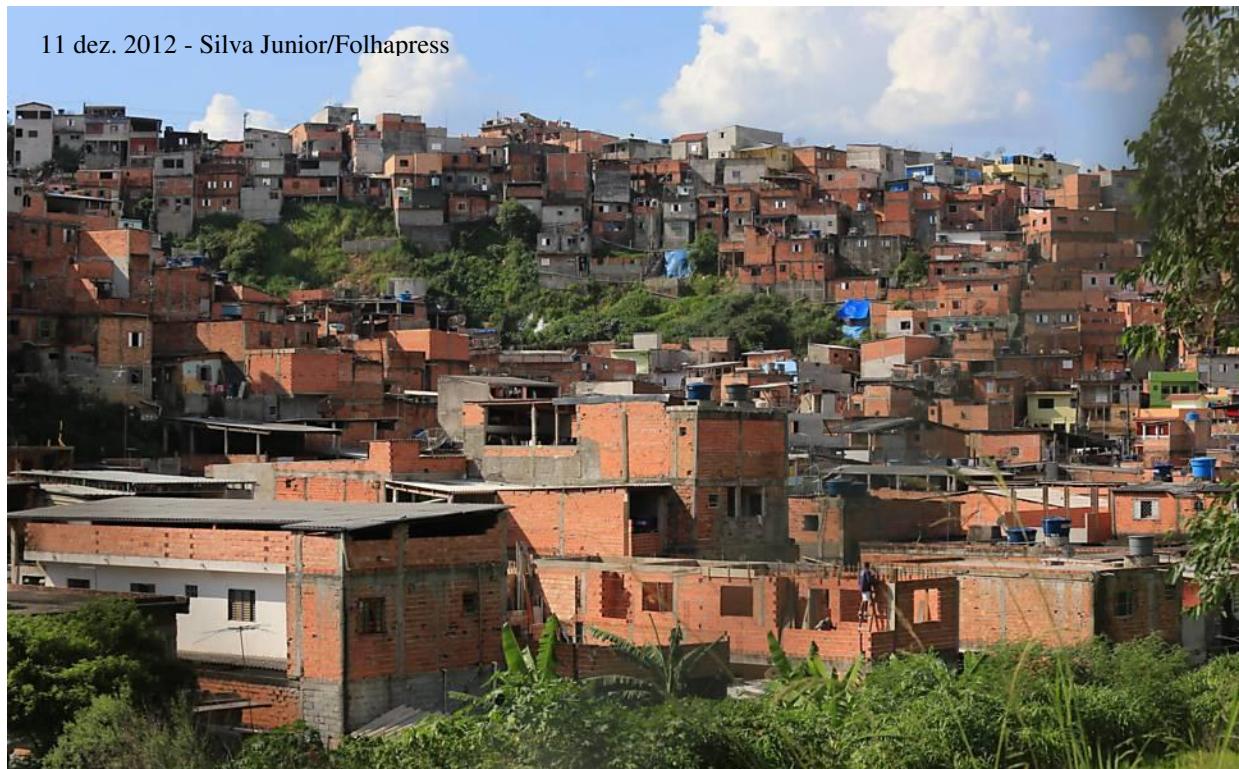


Figura 3.2.4. Vista do bairro Jova Rural, na região do Tremembé, zona norte de São Paulo.
Fonte: <<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/12103-reas-de-risco-em-sp#foto-218555>>.

Em um período de duas décadas, entre 1973 e 1993, o percentual de população da capital paulista que residia em moradias precárias passou de 1 % para 20 %, atingindo o

montante de 1,9 milhão de habitantes, o dobro do Rio de Janeiro (TASCHNER, 2000, p. 279). Segundo levantamento realizado pela Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano (SEHAB), em 1992 havia 1.805 assentamentos subnormais. Destes, 954 (53 %) estavam situados próximos às margens de córregos, rios e represas da zona sul da capital, em especial em Campo Limpo e Santo Amaro (TASCHNER, 2000, p. 282).

Torres (1997) demonstrou que os domicílios da zona leste de São Paulo localizados em setores censitários mais próximos a cursos d' água (até 100 metros) constituem uma forma específica de risco ambiental, uma vez que estão mais sujeitos a enchentes, a vetores de doenças (roedores e insetos) e a doenças transmitidas por veiculação hídrica. Através da sobreposição de cartografias (*overlay*) da rede hidrográfica e dos setores censitários, o autor verificou que um quarto da população total deste quadrante da cidade (865.718 pessoas) residia nestas áreas de risco em 1991 (TORRES, 1997, p. 93). Tais áreas também apresentaram as maiores concentrações de pobres (cuja renda era de até 350 dólares, em valores de 1991), crianças e jovens, domicílios em precárias condições sanitárias e maior nível de analfabetismo entre jovens de 10 a 14 anos (TORRES, 1997, p. 117).

No ABC paulista, em 1995, mais de 50.000 residia em assentamentos sujeitos a deslizamentos, enchentes e solapamentos. Havia 10.000 pessoas em Mauá, 4.000 famílias em São Bernardo do Campo e de acordo com a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) de Rio Grande da Serra 70 % da população (26.000 habitantes) viviam em encostas e áreas de mananciais (INDRIUNAS, 1995, p. 11-1). Neste período a cidade de São Paulo apresentava entre 500 e 600 áreas de risco, onde ao menos 90.000 moradores estavam ameaçados por escorregamentos (FALCÃO, 1995, p. 3-1). Atualmente existem 519.000 paulistanos vivendo em áreas sujeitas a estes tipos de riscos geológicos, destes 98.000 estão em locais com alto risco de desabamento ou deslizamento (GERAQUE, 2012).

Na capital fluminense o maior incremento no número de favelas ocorre de 1931 a 1970 (FERNANDES et al. 1999, p. 52). Entre 1931 e 1950 a substituição de casas por edifícios na zona sul da cidade e uma série de investimentos governamentais destinados à infraestrutura industrial atraíram grande quantidade de mão de obra que promoveu a ocupação do Maciço da Tijuca. Nos vinte anos seguintes (1951 e 1970) os fatores que contribuíram para a proliferação das habitações precárias foram à intensificação do fluxo migratório e a crescente valorização do solo urbano. Ainda segundo os autores a desaceleração no surgimento de novos assentamentos

após 1970 pode ser explicada pelo programa de remoção e eliminação de favelas, aprovado durante o governo Lacerda (1960-1965). Mas, a forte repressão não impediu que as favelas já existentes continuassem crescendo e abrigando uma população cada vez maior. Em 2001 o estado do Rio de Janeiro possuía 700 áreas de risco, onde 10.000 famílias viviam sob a ameaça de desabamentos, enchentes e alagamentos (PETRY, 2001, p. C4). Destas, entre 100 e 150 estavam situadas na capital. Entre as mais críticas destacam-se as cidades da Baixada Fluminense, como Duque de Caxias, Belford Roxo, Nova Iguaçu e Magé. E as da região serrana, principalmente Petrópolis e Teresópolis.

Para Carvalho e Galvão (2006, p. 12), o conjunto de práticas empregado para consolidar estes loteamentos irregulares que envolvem a “[...] remoção da vegetação, a execução de cortes e aterros instáveis para construção de moradias e vias de acesso, a deposição de lixo nas encostas e a ausência de sistemas de drenagem de águas pluviais e coleta de esgotos [...]” contribui para aumentar tanto a frequência das ocorrências quanto a magnitude dos desastres.

Entretanto, o crescimento acelerado e o espalhamento da mancha urbana pelas encostas e planícies aluviais não ficaram restritos às capitais. Diversas cidades localizadas no interior dos estados do sudeste do país, sobretudo as de médio (com população entre 100.001 e 500.000 habitantes) e grande porte (acima de 500.001 habitantes), também desenvolveram o fenômeno da favelização. E, consequentemente, ampliaram o número de áreas suscetíveis e de pessoas vulneráveis aos impactos decorrentes de eventos de origem hidrometeorológica. Segundo a Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC), 77 % das cidades médias e 87 % das grandes apresentaram loteamentos clandestinos (IBGE, 2002, p. 97).

No estado de São Paulo, uma pesquisa sobre a situação de moradia realizada pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), verificou que 30,1 % dos domicílios paulistas não possuíam condições mínimas de habitação. De acordo com os critérios adotados, um em cada três domicílios apresentava espaço interno insuficiente para o número de moradores, carência de infraestrutura básica (energia elétrica, abastecimento de água, esgoto) e aluguel cujo valor comprometia mais de 30 % da renda familiar (SILVA, 2000, p. 3-1).

Portanto, os padrões de urbanização e uso da terra devem ser reexaminados. Pois, a forma urbana “[...] é um reflexo de processos que reproduzem riscos em novos contextos, ampliando sua magnitude e intensidade, e aumentando os números de lugares e pessoas vulneráveis” (HOGAN e MARANDOLA JR., 2007, p. 81).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisar a precipitação pluvial incidente sobre a região Sudeste do Brasil, foram utilizados dados de 177 postos pluviométricos (Figura 4.1), com séries temporais de trinta e cinco anos (1976-2010), obtidos através do Sistema de Informações Hidrológicas (*hidroweb*), da Agência Nacional de Águas (ANA) e também do banco de dados do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), vinculado ao Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (*SigRH*) do estado de São Paulo. As informações complementares de cada posto (código, município onde está localizado, longitude, latitude e altitude) estão em anexo.

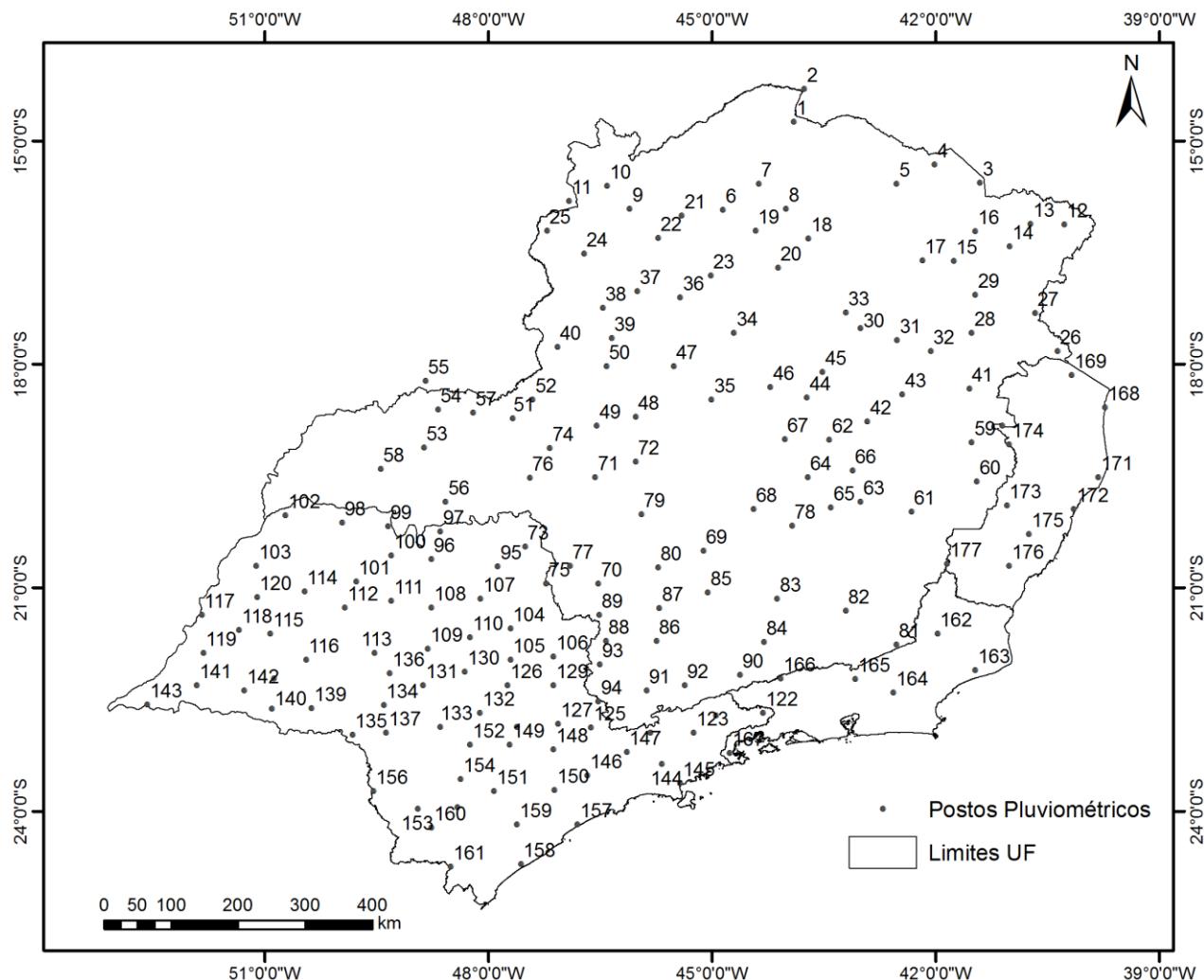


Figura 4.1. Distribuição espacial dos postos pluviométricos na área de estudo.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

A disponibilidade de séries temporais longas e completas é fundamental para os estudos climatológicos. Dados climáticos podem fornecer uma grande quantidade de informações sobre o ambiente atmosférico (AGUILAR et al. 2003, p. 28). Entretanto, problemas inerentes aos registros destes dados provocam descontinuidades que, consequentemente, interferem em sua confiabilidade. As interrupções nos registros geralmente ocorrem devido à mudança geográfica da estação meteorológica, alterações no entorno da estação, imprecisão e modificações no instrumental, mudanças no tempo e nos procedimentos de observação e cálculo utilizados (MOSCATI et al. 2000, p. 746; COSTA e SOARES, 2009, p. 292). Diversas técnicas têm sido desenvolvidas para detectar estas não homogeneidades e ajustá-las (homogeneização). O preenchimento das informações faltantes pode ser realizado considerando a continuidade espacial do fator climático ou de fatores climáticos relacionados ao fator que se pretende preencher a série. Este tipo de preenchimento, denominado de predição espacial, requer o conhecimento da posição espacial das estações de monitoramento em que os valores foram observados.

Com o emprego do *software R* e de seu pacote CLIMATOL, foi realizada a homogeneização dos dados pluviométricos. Em Climatologia, uma série temporal é considerada homogênea se as variações existentes na mesma são originadas exclusivamente pelo tempo e clima (AGUILAR et al. 2003, p. 28). O estudo da homogeneidade de uma série envolve comparação da mesma com uma série referência. Estas podem ser obtidas a partir de uma ou, mais frequentemente, de várias séries de estações que estão próximas ou bem correlacionadas com o número de problemas de observação (GUIJARRO, 2004, p. 496). Tal procedimento também é empregado por programas de análise de consistência de dados em redes de estações meteorológicas convencionais e automáticas para “[...] controle de qualidade, para identificação de dados com problemas ou perdidos e fornecer estimativas consistentes com base em dados de outras estações próximas” (CAMARGO et al. 2005, p. 474).

Formaram-se grupos com três ou mais estações vizinhas, sendo que uma necessariamente estava com o período para análise completo, as quais foram comparadas entre si para a obtenção de séries mais consistentes. A partir destas séries homogeneizadas e consistidas foram utilizados diversos parâmetros estatísticos (média, desvio padrão, coeficiente de variação, máximos, mínimos, amplitude e quartis) para caracterizar a variabilidade da precipitação pluvial. Estas medidas podem ser classificadas como de posição (oferecem uma ideia sobre o

comportamento do conjunto de dados estudados) e também de dispersão, as quais servem para medir o grau de dispersão dos valores individuais em torno da média (representatividade).

Posteriormente, os dados homogeneizados e consistidos foram aplicados em um semivariograma para tornar mais precisa a interpolação por krigagem. A interpolação é um procedimento para se estimar valores de uma variável “[...] em área interior aos pontos de amostragem disponíveis, permitindo representar em mapa, de forma contínua, o comportamento de variáveis amostradas pontualmente” (ANDRIOTTI, 2005, p. 83).

Nesta análise tanto a precipitação pluviométrica quanto a Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) são tratadas como variáveis regionalizadas. Estas constituem funções espaciais numéricas que variam ponto a ponto no espaço de maneira regular. Sua representação não pode ser associada a uma função matemática simples, pois assume valores conforme a posição espacial onde se realiza a amostragem (MATHERON, 1963; VIEIRA et al. 1983). Não é possível conhecer com exatidão os valores das variáveis regionalizadas em todos os pontos do espaço. Assim, o tamanho, a forma, a orientação e o arranjo espacial das amostras constituem um suporte para a determinação das variáveis regionalizadas (DAVIS, 1973, p. 239). Qualquer alteração nestes elementos será refletida nas características destas variáveis.

A krigagem é um interpolador que utiliza a dependência espacial entre amostras vizinhas, expressas pelo semivariograma, para estimar valores em qualquer posição dentro do campo de estudo, sem tendência e com variância mínima. A condição de não tendência significa que a diferença entre valores estimados e medidos para o mesmo ponto deve ser nula. A condição de variância mínima significa que, embora possam existir diferenças ponto a ponto entre o valor estimado e o medido, essas diferenças devem ser mínimas (VIEIRA et al. 1983, VIEIRA, 1998).

O semivariograma (γ) é uma função intrínseca que reflete a estrutura do fenômeno estudado e corresponde:

[...] a esperança matemática do quadrado dos acréscimos da variável regionalizada em estudo em uma determinada direção ou o valor médio do quadrado das diferenças entre todos os pares de pontos presentes na área estudada, tomados a uma distância h uns dos outros, e não depende dos pontos de apoio, mas do espaçamento entre eles (ANDRIOTTI, 2005, p. 99).

Esta importante ferramenta para a representação quantitativa da variabilidade de determinado fenômeno geográfico pode ser definida como a metade da variância das

diferenças entre (x_i) e ($x_i + h$) no espaço. Tal valor é fornecido em relação ao módulo e direção do vetor h , pela seguinte equação:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E[Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Pode ser estimado através da expressão:

$$\hat{\gamma} = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Os termos dessa equação são os seguintes: $N(h)$ é o número de pares de valores medidos $Z(x_i)$ e $Z(x_i + h)$, separados por um vetor h . Idealmente há um incremento das diferenças [$Z(x_i) - Z(x_i + h)$] com aumento de h , ou seja, uma variável regionalizada apresenta valores muito próximos para distâncias pequenas entre dois pontos, diminuindo a correlação entre dos valores à medida que se distanciam (VIEIRA et al. 1983; LANDIM, 1988; VIEIRA, 1998).

O semivariograma é representado pelo gráfico $\gamma(h)$ versus h , como pode ser observado na Figura 4.2. Os principais modelos de ajuste utilizados são: esférico (*spherical*), linear, exponencial (*exponential*) e gaussiano (*gaussian*). Por definição, $\gamma(0)$ deve ser nulo. Entretanto, na prática, à medida que h tende para zero, $\gamma(h)$ se aproxima de um valor positivo chamado de efeito pepita ou *nugget* (C_o). O valor do efeito pepita identifica uma descontinuidade na origem do semivariograma para distâncias menores do que as avaliadas. Esta descontinuidade pode estar relacionada com erros de amostragem, erros de medidas ou ainda microrregionalizações da variável analisada. No entanto é impossível distinguir os efeitos dos erros de medição e da variabilidade em uma escala inferior a amostrada (VIEIRA et al. 1983). Com o aumento de h , $\gamma(h)$ frequentemente aumenta até uma distância na qual se estabiliza e permanece constante, sendo este ponto chamado de patamar ou soleira (*sill*), que é a soma do efeito pepita (C_o) mais a variância espacial (C). Representa o nível de variabilidade onde o semivariograma se estabiliza, sendo este patamar teoricamente igual à variância estimada a priori. Esta distância na qual $\gamma(h)$ atinge o patamar ou soleira é denominada de alcance (*range*) ou amplitude variográfica e representa o limite de dependência espacial. Amostras separadas por distâncias inferiores ao alcance estão espacialmente correlacionadas e permitem interpolações

para espaçamentos menores do que os amostrados, ou seja, o alcance define o raio máximo para a interpolação por krigagem.

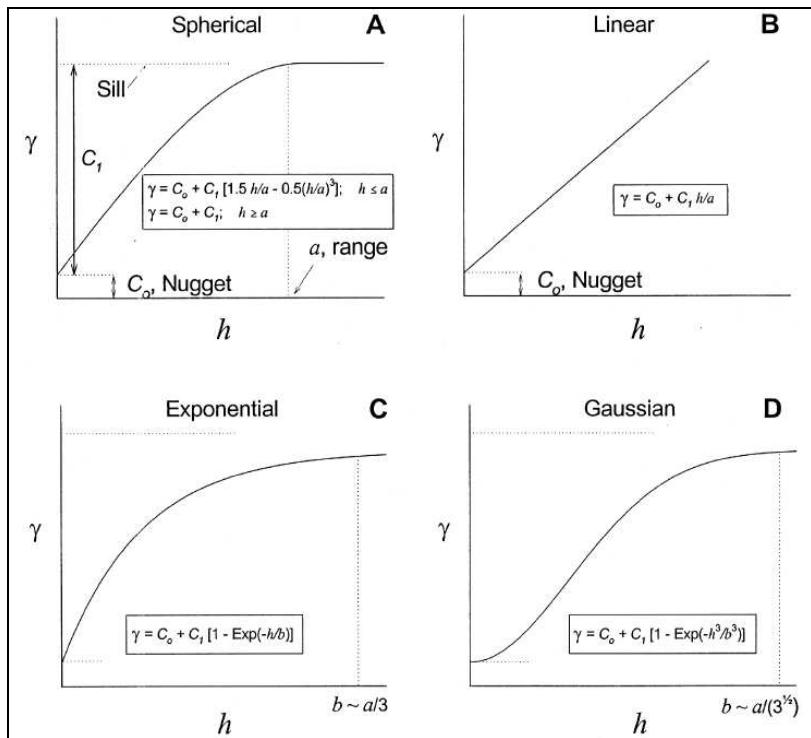


Figura 4.2. Componentes do semivariograma e modelos de ajuste.

Fonte: Jakob (2003, p. 178).

As informações obtidas através do semivariograma permitem que se atribuam pesos às amostras para estimar um ponto, uma área ou um volume. Como as observações são dependentes até certa distância (alcance), os vizinhos do ponto a ser predito são utilizados para obter a estimativa, atribuindo-se pesos aos mesmos.

Para a visualização da ocorrência de intensa atividade convectiva sobre a América do Sul (e especialmente a área de estudo), foram utilizados registros diários de ROLE que fazem parte dos conjuntos de dados meteorológicos disponibilizados pela “*National Oceanic and Atmosphere Administration*” (NOAA) e fornecidos pela “*The Physical Sciences Division*” do “*Earth System Research Laboratory*” Boulder, Colorado. Também imagens de satélite de órbita geoestacionária, *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES), obtidas junto a Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais (DSA) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Estes dados são produtos de sensoriamento remoto. Tecnologia utilizada nos satélites artificiais que permite estudar e obter imagens e outros tipos de informações da atmosfera e da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia radiante emitida ou refletida por ambas (FLORENZANO, 2007, p. 11). Também denominada de radiação eletromagnética (REM) esta energia se propaga rapidamente (velocidade da luz) na forma de ondas. O conjunto de todos os tipos de REM forma o espectro eletromagnético.

No espectro eletromagnético, cada tipo de energia é ordenado de acordo com seu comprimento de onda. Os raios gama e raios X são colocados no começo do espectro eletromagnético, como as ondas mais curtas, e as ondas mais longas estão colocadas no final do espectro, tendo como exemplo as ondas de rádio. Nossos olhos detectam uma pequena parte do espectro eletromagnético chamada luz visível (VIS), enquanto que nos sentimos radiação infravermelha (IR) como calor (FERREIRA, 2002, p. 17).

Nuvens e demais objetos existentes na superfície terrestre ao receberem a luz solar podem absorver, refletir ou transmiti-la em proporções que variam com o comprimento de onda conforme suas características biológicas, físicas ou químicas. Graças às variações nas quantidades de energia emitida ou refletida é possível distinguir os objetos nas imagens de satélite (FLORENZANO, 2007, p. 13). Independentemente da resolução e da escala, as imagens possuem elementos básicos para sua análise e interpretação, a partir dos quais são extraídas informações sobre objetos, áreas ou fenômenos. Esses elementos são: tonalidade/cor, textura, tamanho, forma, sombra, altura, padrão e localização (FLORENZANO, 2007, p. 44).

Todos os satélites meteorológicos fazem imagens pancromáticas da Terra em duas bandas do espectro eletromagnético: visível (VIS) e infravermelho (IR). Além disso, muitos satélites fornecem também imagens da banda do vapor d'água (WV) (FERREIRA, 2002, p. 63). As primeiras (VIS) indicam a quantidade de radiação solar refletida pela Terra. As segundas (IR) retratam a temperatura da superfície terrestre e dos topo das nuvens. E as terceiras (WV) demonstram onde existe maior concentração de vapor d'água na troposfera. Nestas imagens as tonalidades constituem importante elemento para a identificação e interpretação dos fenômenos atmosféricos, os quais apresentam variações em suas refletâncias (albedo). Os tons claros significam áreas de alta refletividade (albedo alto) e os tons escuros as de baixa refletividade (albedo baixo).

A análise da variabilidade da distribuição geográfica dos processos convectivos sobre a América do Sul e principalmente sobre a região Sudeste do Brasil foi realizada através de dados diários de ROLE (Figura 4.3).

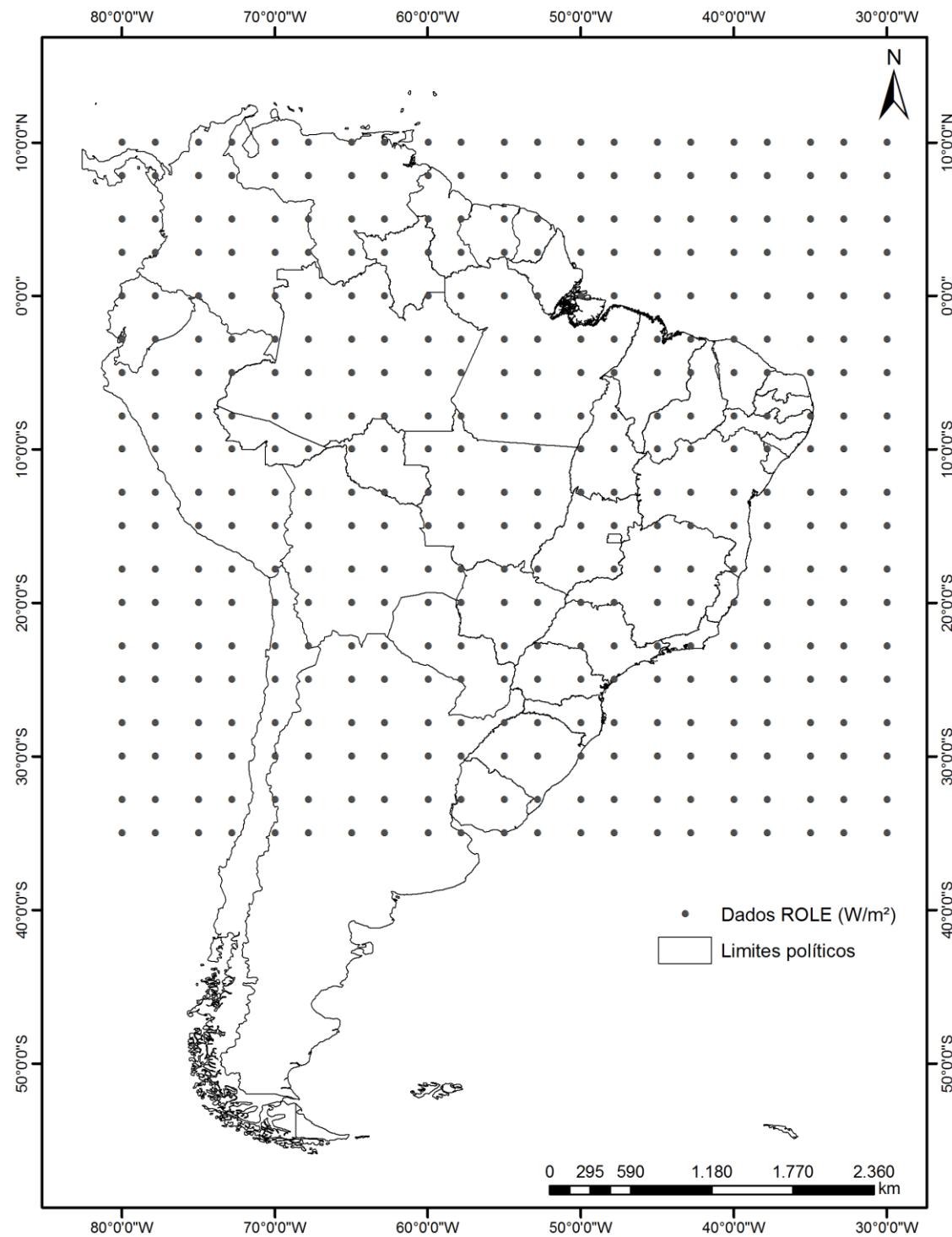


Figura 4.3. Distribuição dos pontos na grade de ROLE.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Os dados de ROLE cobriram uma área delimitada (grade) entre 10° N a 35° S (19 pontos em latitude) e 80° W a 30° W (21 pontos em longitude), para determinados episódios de ZCAS anteriormente identificados por Quadro (1994) e pelo Climanálise (1990-2011). Os valores diários de ROLE correspondem às medições radiométricas na faixa espectral entre 10,5 a 12,5 µm, entre a descendente e a ascendente (médias de duas passagens do satélite ao dia) obtidas para cada ponto de grade com resolução espacial de 2,5° - 2,5° pelo sensor *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR/NOAA) (WALISER e ZHOU, 1997, p. 2129).

Esta variável é amplamente utilizada para indicar a formação de nuvens convectivas (como os *cumulus*) sobre territórios localizados na região tropical através de medições por satélites (LIEBMANN e SMITH, 1996, p. 1275). Tais nuvens estão associadas ao levantamento bem mais vigoroso, o que faz seus topos se situarem em altitudes próximas da tropopausa. “[...] Quanto mais alto estiver o topo de uma nuvem, mais baixa será a emissão de ondas longas, e por isso a ROLE pode ser utilizada como indicador de precipitação [...]” (FERREIRA e GURGEL, 2002, p. 453).

A partir dos dados pluviométricos e de ROLE foram elaborados mapas isopléticos com a ferramenta *Geoestatistical Analyst* do SIG *ArcGIS*, versão 10 (ESRI, 2010). Esta ferramenta permite ao usuário selecionar o interpolador geostatístico e definir os parâmetros e o modelo matemático que será ajustado ao semivariograma, proporcionando a representação das informações em forma de superfícies contínuas (Figura 4.4). Esse tipo de mapa deve ser interpretado “[...] nas suas tendências gerais de concentração ou dispersão com base principalmente nas diferenças de distância entre as isolinhas” (FERREIRA, 2003, p. 149).

Na elaboração destes mapas foram empregados a krigagem e o modelo Gaussiano. É importante destacar que a escolha do modelo, os ajustes e a estimativa dos parâmetros do semivariograma foram determinados subjetivamente. Este método de ajuste realizado visualmente é denominado “a sentimento” (MELLO et al. 2005, p. 26). Em todos os mapas o fenômeno representado está organizado em cinco intervalos de classes, estabelecidos através da classificação por quebras naturais (*Natural Breaks* ou *Jenks*). É um método de classificação que visa minimizar a variância intraclasses e maximizar a variância interclasses, produzindo classes homogêneas (GIRARDI, 2008).

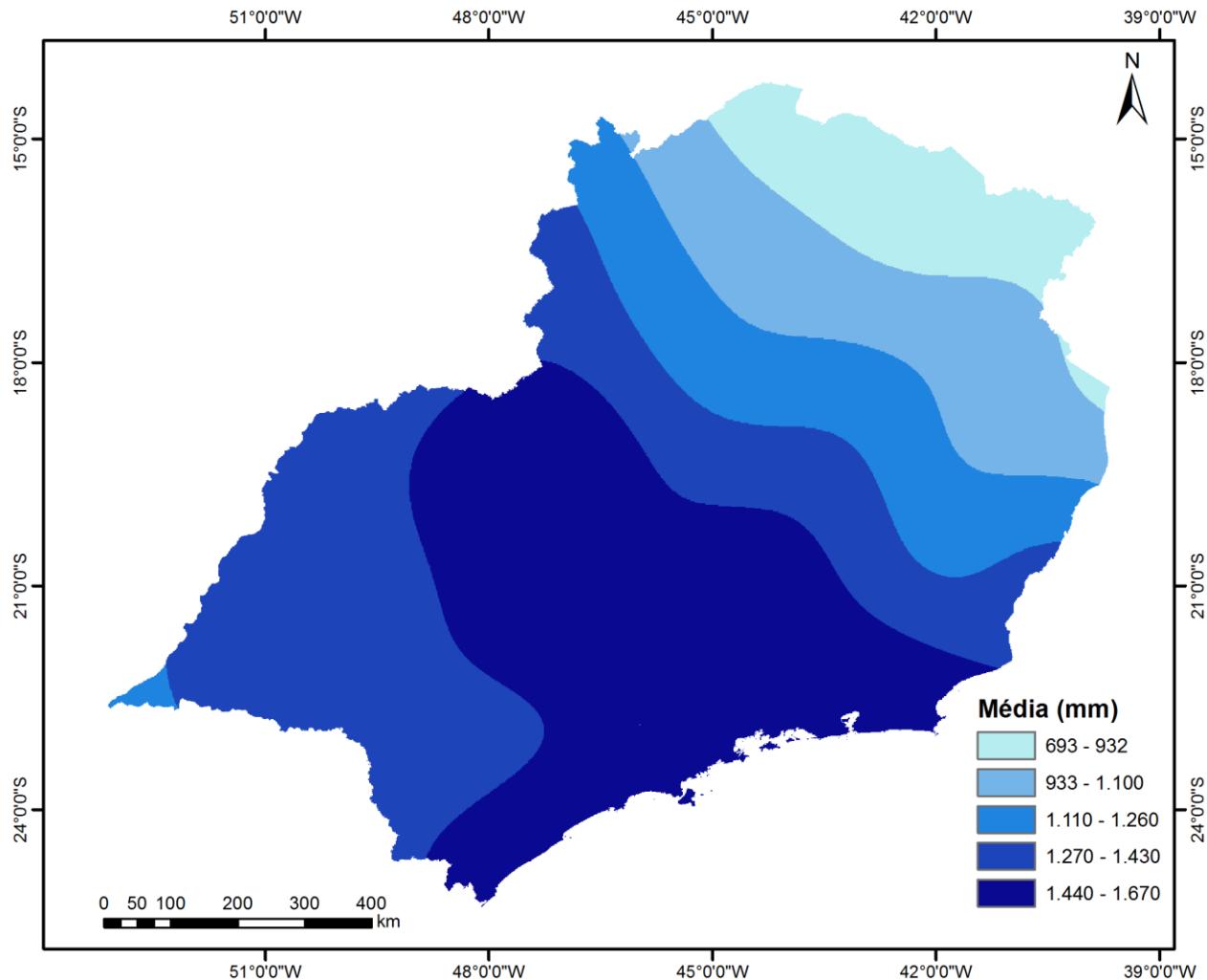


Figura 4.4. Mapa isoplético da precipitação pluviométrica anual.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Reportagens dos acervos dos jornais Folha de São Paulo e O Estado de São Paulo e publicações do Boletim de Monitoramento e Análise Climática (CLIMANÁLISE), correspondentes aos períodos de atuação das ZCAS, contribuíram para estabelecer a relação entre precipitação pluvial e a ocorrência de desastres naturais. Além disso, possibilitaram diferenciar os eventos em termos de sua magnitude, localidades atingidas e número de pessoas vitimadas.

As consultas realizadas nestes acervos contemplaram as edições de 1980 a 2010 referentes aos meses de dezembro a fevereiro, nos quais foi observada em média uma manifestação da ZCAS ao mês. A opção pela utilização destas fontes esteve diretamente vinculada à maior facilidade de acesso e à disponibilidade de conteúdo digital. Uma vez que o resgate de 31.909 documentos oficiais, efetuado pelos pesquisadores do Centro Universitário de

Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED), evidenciou fragilidades no gerenciamento das informações sobre os desastres naturais ocorridos no Brasil entre 1991 e 2010: ausência de unidades e campos padronizados para a descrição dos eventos, de procedimentos de coleta sistêmica e armazenamento dos dados; pouco cuidado quanto ao registro e integridade histórica; dificuldades de consolidação, transparéncia e acesso aos dados e também de interpretação do tipo de desastre pelos responsáveis pela emissão dos documentos (CEPED, 2012, p. 15).

A área em estudo está sujeita a desastres hidrometeorológicos (como inundações e movimentos gravitacionais de massa) deflagrados por intensos episódios de precipitações pluviais que ocorrem predominantemente durante o período do verão austral. Estes fenômenos naturais não podem ser evitados. Contudo, através da compreensão das características do regime de chuvas e do diagnóstico de situações de risco e vulnerabilidade é possível promover ações para minimizar os danos e preservar vidas.

Neste contexto, foi calculado um índice de vulnerabilidade para identificar os municípios do sudeste do Brasil mais expostos aos efeitos adversos decorrentes dos elevados totais pluviométricos. O índice pode ser obtido a partir da equação de risco (UNISDR, 2002) que foi adaptada por Marcelino et al. (2006a) para mapear o risco de desastres naturais associados às instabilidades atmosféricas severas no estado de Santa Catarina. A equação de risco (1) e a adaptação proposta (2) são expressas por:

$$R = \frac{(P V)}{Re} \quad (1)$$

$$R = \frac{P (DD + IP + PI)}{IDHM} \quad (2)$$

Os termos são os seguintes: R (risco), P (perigo), V (vulnerabilidade), Re (resposta), DD (densidade demográfica), IP (intensidade da pobreza), PI (população idosa) e $IDHM$ (índice de desenvolvimento humano municipal).

O P é o número de eventos catastróficos ocorridos anualmente; DD é a razão entre a população absoluta e a área do município (hab./km²); IP corresponde à distância que separa a renda domiciliar per capita média dos indivíduos pobres (os quais apresentavam renda

domiciliar per capita inferior a R\$ 75,50 – metade de um salário mínimo vigente em agosto de 2000) do valor da linha de pobreza, medida em termos de percentual do valor dessa linha de pobreza; PI é o número de pessoas com idade igual ou superior a 65 anos; e o $IDHM$ é o resultado da média aritmética de três subíndices, referentes às dimensões Longevidade (IDH-Longevidade), Educação (IDH-Educação) e Renda (IDH-Renda).

Assim, através da comparação entre as equações (1) e (2) é possível determinar a vulnerabilidade (3) e a capacidade de resposta (4):

$$V = DD + IP + PI \quad (3)$$

$$Re = IDHM \quad (4)$$

As variáveis DD , IP , PI e $IDHM$ utilizadas para o cálculo da vulnerabilidade e da resposta são referentes ao censo demográfico de 2000 (IBGE) e foram obtidos através do software Atlas de Desenvolvimento Humano no Brasil (2003) disponibilizado gratuitamente pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em seu endereço eletrônico¹.

Ressalta-se que todas as variáveis envolvidas no cálculo da vulnerabilidade foram escalonadas entre zero e um, onde o valor mínimo é representado por zero e o valor máximo pelo número um. Este escalonamento foi realizado com a seguinte equação:

$$\text{índice} = \frac{(\text{valor observado} - \text{valor mínimo})}{(\text{valor máximo} - \text{valor mínimo})}$$

A Tabela 4.1 apresenta os valores máximos e mínimos utilizados para realizar o escalonamento as variáveis DD , IP , $IDHM$, PI , e V .

¹ Disponível em <<http://www.pnud.org.br/atlas>>

Tabela 4.1. Valores máximos e mínimos utilizados para realizar o escalonamento.

Valores	DD	IP	Idosos	IDHM	Vulnerabilidade
Máximo	12.881	74	670.780	0,919	677.639
Mínimo	1	22	65	0,568	97

Os municípios da região Sudeste do Brasil que apresentaram estes valores estão identificados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Valores máximos e mínimos por municípios da área de estudo.

Variáveis	Máximo	Mínimo
DD	São João de Meriti (RJ)	Santa Fé de Minas (MG)
IP	Bonito de Minas (MG)	Borá (SP)
PI	São Paulo (SP)	Taquaral (SP)
IDHM	São Caetano do Sul (SP)	Setubinha (MG)
V	São Paulo (SP)	Serra da Saudade (MG)

A partir das variáveis utilizadas para estabelecer o índice de vulnerabilidade foram elaborados mapas através do SIG *ArcGIS*, versão 10 (ESRI, 2010). Nestes mapas a variável representada foi organizada em cinco intervalos de classes (Muito Baixa ou Nula, Baixa, Média, Alta e Muito Alta), estabelecidos através do método de classificação do desvio quartílico (quartil ou *quantile*). Este método, segundo Ramos e Sanchez (2000, p. 27), “[...] divide a série de dados em quatro grupos com igual número de ocorrências, cada um compreendendo 25 % do total de valores apresentados na série [...]”.

5 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL

Com população absoluta de 80.353.724 habitantes (IBGE, 2011), distribuída em uma área de 924.265 km², a qual corresponde a 10,86 % do território brasileiro e que abrange os estados de Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ), o sudeste do Brasil (Figura 5.1) é atualmente a macrorregião mais populosa, povoada e urbanizada do território nacional.

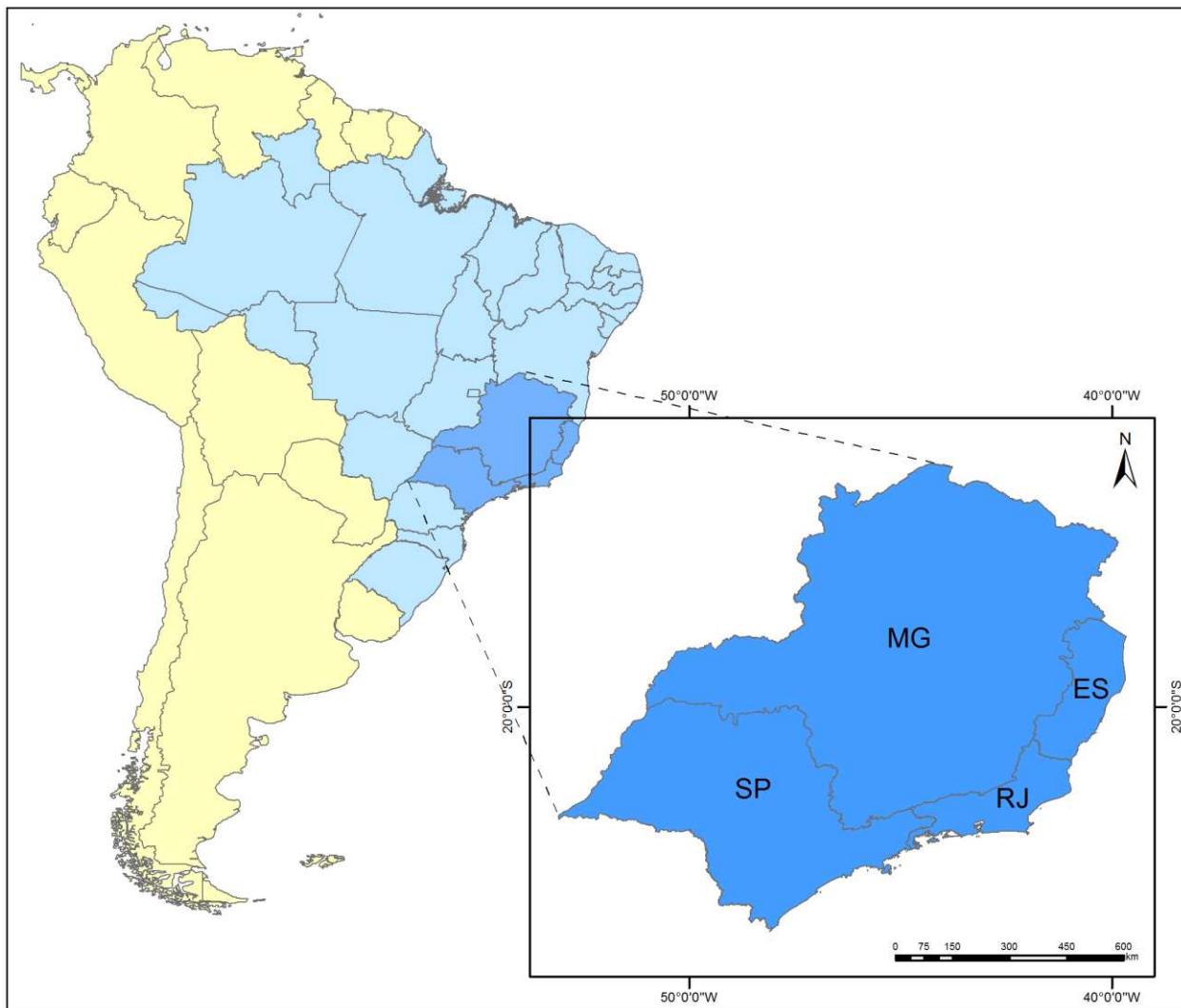


Figura 5.1. Localização geográfica da região Sudeste do Brasil.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Figura 5.2 estão representadas as respectivas mesorregiões de cada uma das quatro unidades da federação que compõem a área em estudo. A mesorregião é uma subdivisão

dos estados brasileiros, criada pelo IBGE, que congrega diversos municípios de uma área geográfica com similaridades econômicas e sociais.

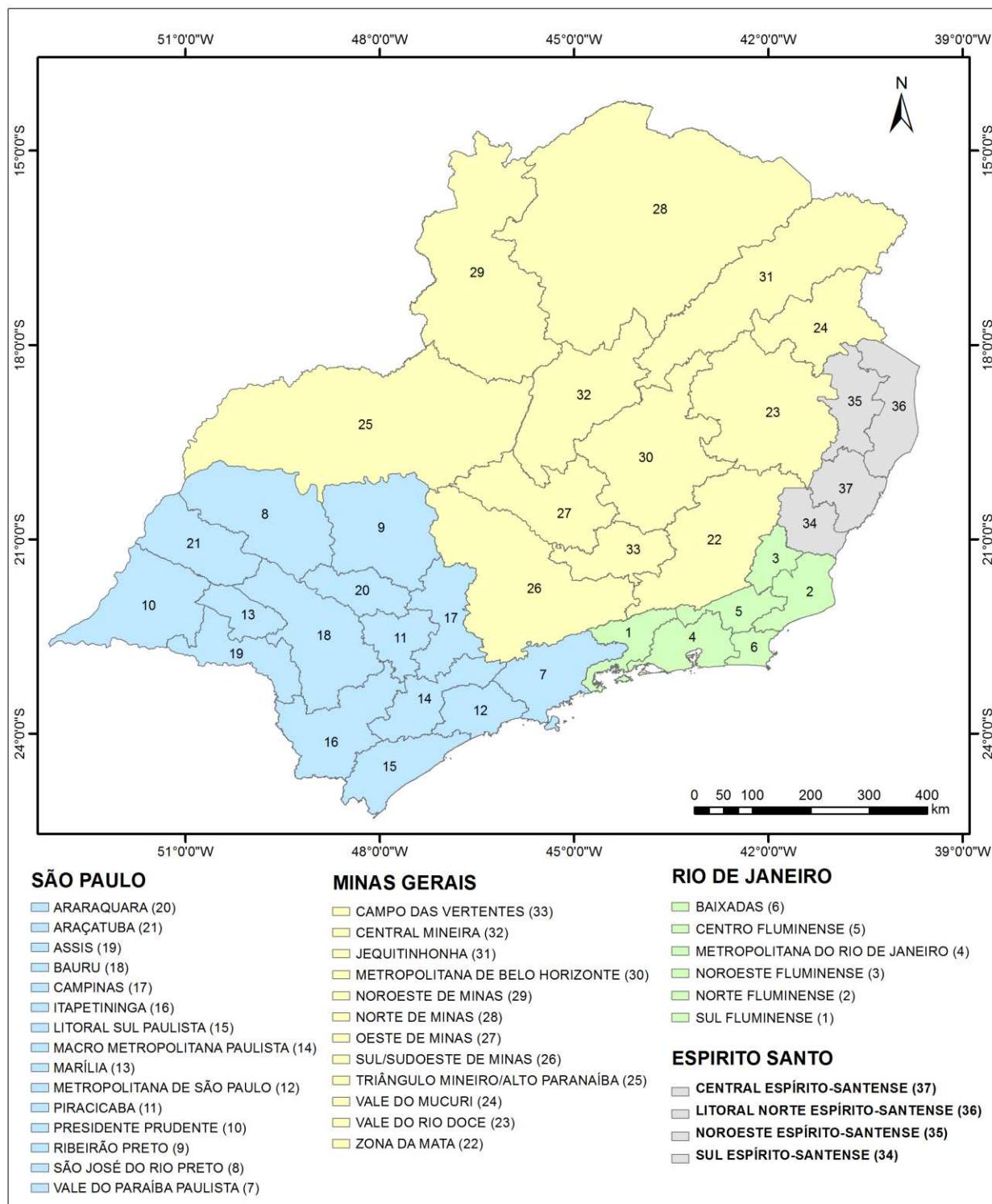


Figura 5.2. Mesorregiões dos estados do sudeste brasileiro.

Fonte: IBGE (2010). Organizado por Leônidas M. Malvestio.

Delimitada pelas macrorregiões Nordeste (norte), Centro-Oeste (oeste), Sul (sul) e pelo oceano Atlântico (leste), a área em estudo é dotada das estruturas (plataformas ou cráticos, cinturões orogênicos e bacias sedimentares) que definem as principais unidades de relevo encontradas no país (depressões, planaltos e planícies). “A macroestrutura do subsolo do território brasileiro desempenha importante papel na configuração das grandes formas do relevo [...]” (ROSS, 2009, p. 48).

Durante o período Terciário da era Cenozoica a ocorrência de epirogênese associada à tectônica de placas provocou o soerguimento dessas macroestruturas, reativou os falhamentos antigos, consequentemente originou tanto às áreas serranas quanto às escarpas das serras do Mar, Mantiqueira e do Espinhaço (ROSS, 2009, p. 51).

Na Figura 5.3 é possível verificar diferenciações altimétricas (desde o nível do mar até o Pico da Bandeira - 2.854 m) conforme a disposição das formas residuais. Os terrenos mais elevados (acima de 1.427 m) estão situados na porção centro-oriental da região, nos planaltos e serras do Atlântico leste-sudeste. Tal unidade geomorfológica é caracterizada por apresentar “[...] inúmeras serras, quase sempre associadas a resíduos de estruturas dobradas intensamente, atacadas por processos erosivos” (ROSS, 2009, p. 57).

Também é definida como domínio dos “mares de morros”, constitui o meio físico, ecológico e paisagístico mais complexo do país e sujeito “[...] aos mais fortes processos de erosão e de movimentos coletivos de solos em todo o território brasileiro (faixa Serra do Mar e bacia do Paraíba do Sul)” (AB’SÁBER, 2008, p. 17). Além disso, a “topografia, a configuração e a disposição do relevo são aspectos importantes para a compreensão das diversidades climáticas da região” (NUNES et al. 2009, p. 244).

Devido as suas localizações geográficas o Sudeste e o Centro-Oeste do Brasil são caracterizados por serem regiões de transição entre os climas quentes de latitudes baixas e os climas mesotérmicos de tipo temperado das latitudes médias (NIMER, 1979; VIANELLO e ALVES, 2000; MARENKO e SILVA DIAS, 2006; AYOADE, 2010). Ambas são afetadas pela maioria dos sistemas sinóticos que atingem o sul do país, com algumas diferenças em termos de intensidade e sazonalidade do sistema (QUADRO et al. 1996). Na Figura 5.4 estão representados os tipos climáticos que podem encontrados no sudeste do país. O critério de classificação utilizado está baseado em valores médios anuais de temperatura e precipitação pluviométrica.

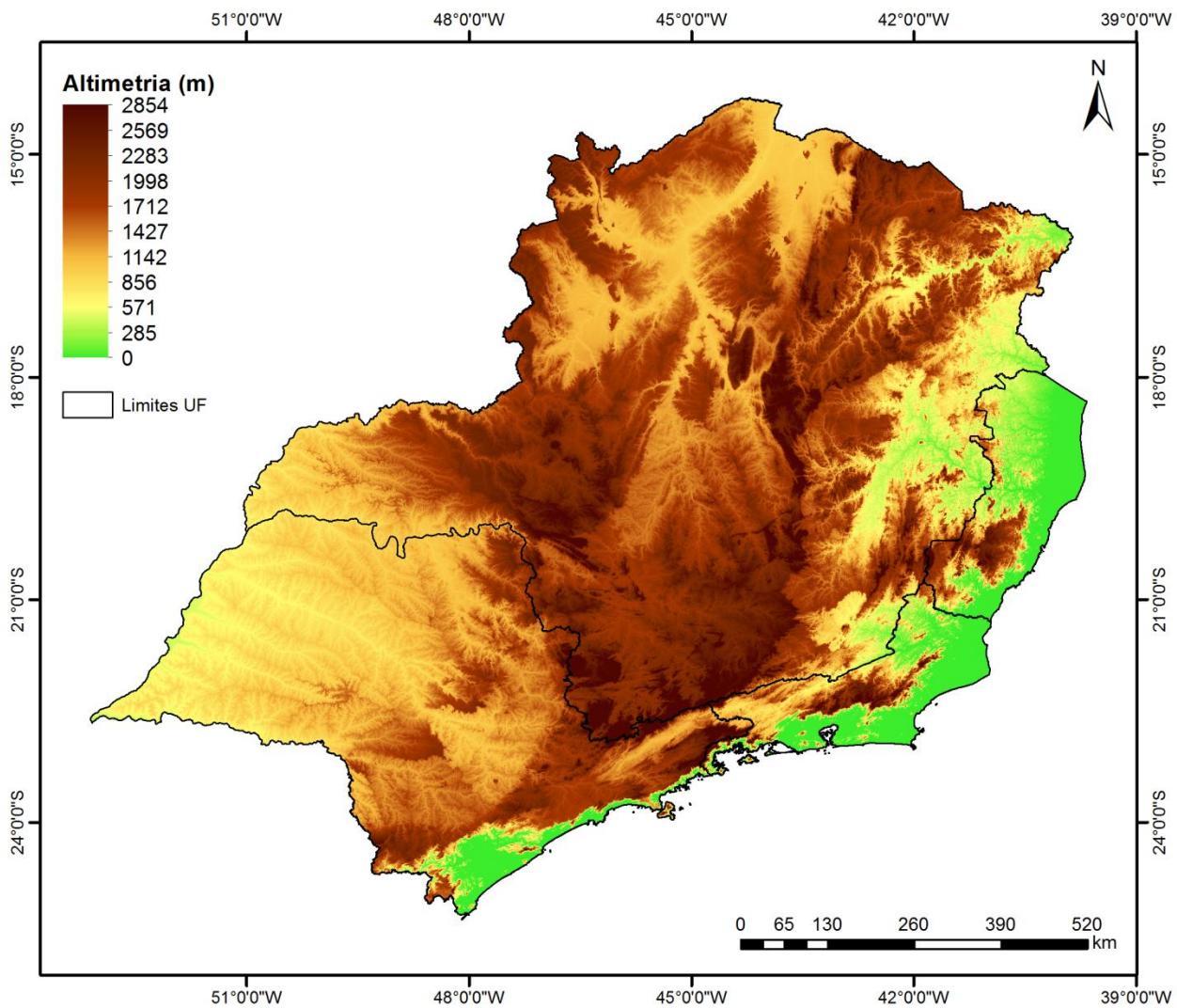


Figura 5.3. Mapa físico da região Sudeste do Brasil.

Fonte: WEBER et al. (2004). Organizado por Leônidas M. Malvestio.

Através da análise da Figura 5.4 é possível inferir que os climas quentes semiúmidos (quatro a cinco meses de estiagem) são observados no centro-norte de Minas Gerais. Os quentes e úmidos (de um a três meses de estiagem) se localizam entre o noroeste de São Paulo e o oeste do Triângulo Mineiro. No Espírito Santo e Rio de Janeiro ocorrem os tipos quentes super úmidos (sem estação seca). Já no sul da área de estudo, assim como nas escarpas e terrenos mais elevados, predominam os climas subquentes, os mesotérmicos brandos e os mesotérmicos medianos, respectivamente.

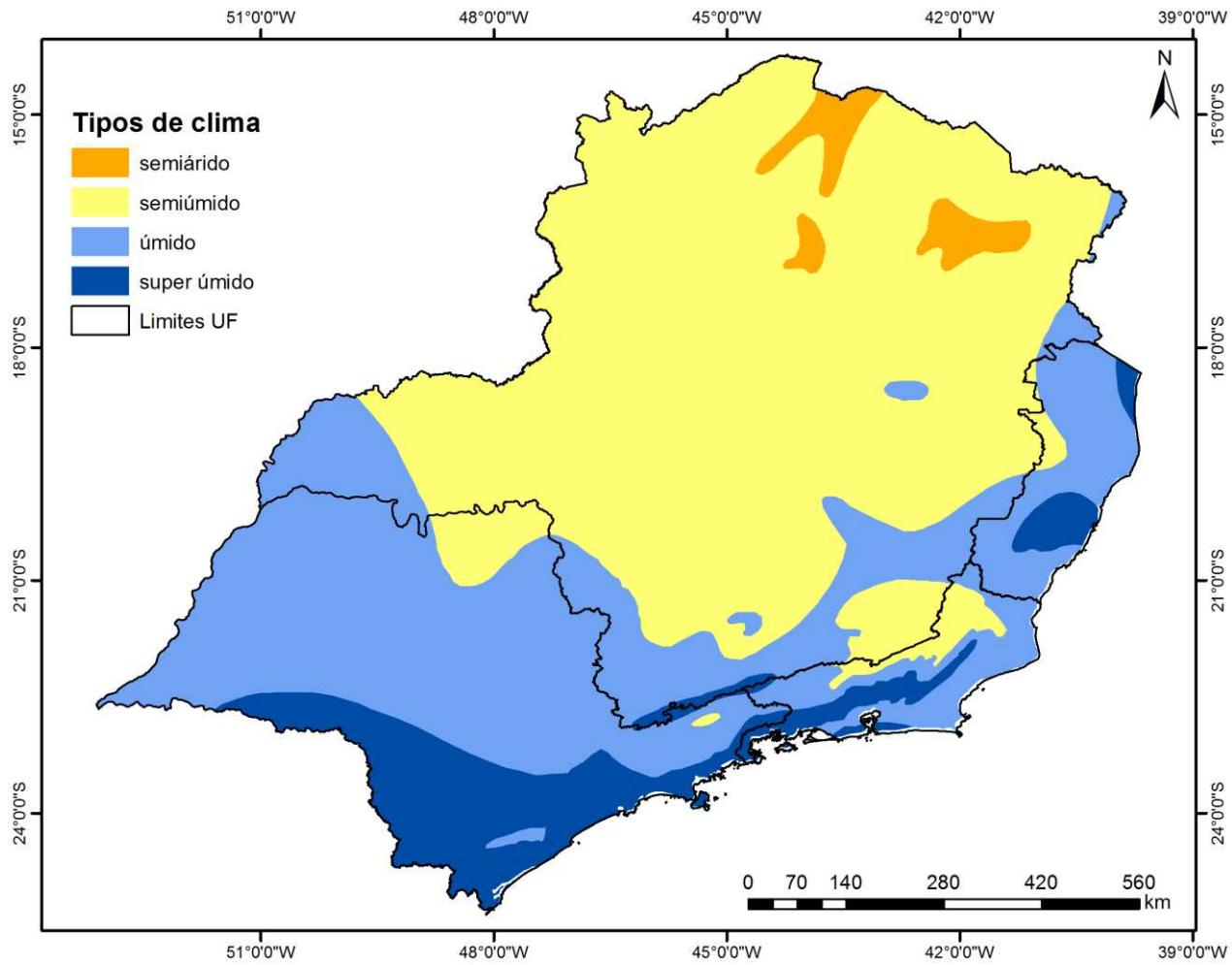


Figura 5.4. Tipos climáticos da região Sudeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2010). Organizado por Leônidas M. Malvestio.

A ocorrência de variabilidades nas médias térmicas e pluviométricas da área de estudo está relacionada principalmente às formas do relevo, a atuação de sistemas atmosféricos e também a influência das massas Tropical Continental (mTc) e Tropical Marítima (mTa).

O relevo é um importante fator na distribuição das temperaturas e das precipitações, à medida que interfere no gradiente de pressão, na formação e deslocamento das massas de ar e de sistemas atmosféricos.

A mTc, que é uma massa instável, quente e seca, está associada à baixa pressão predominante sobre a região do Chaco. “As precipitações associadas são fracas, predominando céu pouco nublado, o que favorece ainda mais o aquecimento diurno e o resfriamento noturno” (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 313). Já mTa, por estar associada ao anticiclone do Atlântico Sul atua sobre a região litorânea durante o verão austral. Os anticiclones ao induzir a subsidência

do ar superior à superfície oceânica dá origem a uma massa de ar composta por duas camadas: uma inferior (fria e úmida) e outra superior (quente e seca). A umidade acumulada na parte inferior dessa massa formará nuvens do tipo *cumulus* de pequena extensão vertical, as quais provocam chuvas “[...] geralmente no litoral ou associada à orografia quando a massa se desloca sobre o continente” (VIANELLO e ALVES, 2000, p. 313).

Quanto à atuação dos sistemas atmosféricos ocorrem dois tipos: os que associam características tropicais (convecção), originados sobre a região amazônica devido ao forte aquecimento adiabático e que formam precipitações convectivas e os de latitudes médias e altas (sistemas frontais), geradores das precipitações do tipo ciclônico. Estes são formados a partir do encontro de massas de ar com características térmicas e hídricas diferentes. Atuam sobre o continente sul americano durante todo o ano, especialmente nos meses de abril a agosto, quando a menor quantidade de radiação solar incidente sobre o Hemisfério Sul favorece a constituição de frentes frias, as quais avançam até baixas latitudes. No verão ao interagir com o ar tropical quente e úmido produzem convecções profundas, que provocam muita nebulosidade e intensas chuvas tanto no continente, quanto no litoral da região Sudeste do Brasil.

Dados obtidos através da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD, 2009) permitem inferir também que a área de estudo, juntamente com o sul do país, possui elevados percentuais em relação às outras grandes macrorregiões: maior número de idosos (12,7 % – no Rio de Janeiro a cada sete pessoas uma já completou 65 anos de idade ou mais), adultos (25 a 59 anos – 49,3 %), brancos na população (56,7 % e 78,5 % no sul), população economicamente ativa (62,3 % e 65,5 %); empregos formais (67,3 % e 67,1%), rendimento mensal (superior a R\$ 1.255,00, equivalente a três salários mínimos em valores referentes a março de 2008). Juntas também apresentam o menor percentual de analfabetos (inferior a 5,2 %).

Tais estatísticas são resultantes de um grande dinamismo, o qual é relacionado à existência de uma moderna infraestrutura de comunicações e transporte que contribuiu para o desenvolvimento e a diversificação de atividades econômicas localizadas nesta porção do país: presença do maior parque industrial da América Latina, de um amplo mercado consumidor e de importantes atividades agropecuárias (destaque para os cultivos de cana de açúcar, café, frutas, laranja, milho, soja, e também a criação de aves, bovinos, ovinos e suínos).

Todavia, a supressão da vegetação natural para instalar os primeiros empreendimentos agrícolas próximos ao litoral, os quais propiciaram o surgimento da atividade

industrial, consequentemente dos maiores núcleos urbanos do país (metrópoles de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte), ocasionou grandes alterações nos componentes da paisagem dessa região. Para Ab'Sáber (2008, p. 25) “[...] Não se sabe como superar este velho dilema, ou seja, o de que para ocupar economicamente o espaço é necessário sacrificar o revestimento vegetal primário”.

O adensamento urbano-industrial e o elevado custo de vida nas metrópoles forçaram milhares de trabalhadores braçais e indivíduos de segmentos menos abastados a se fixarem na periferia desses aglomerados metropolitanos, principalmente em áreas de risco, próximas de encostas e de planícies aluviais. A desordenada e intensa ocupação associada à ocorrência de grandes volumes de chuva concorrem em um quadro de frequentes desastres naturais, perdas humanas e prejuízos para as administrações públicas.

Deste modo, torna-se indiscutível a importância da compreensão das características do regime pluviométrico da área de estudo. Analisar a variabilidade da precipitação é fundamental tanto para interpretar as potencialidades da paisagem, quanto para estabelecer estratégicas voltadas ao desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômica dos municípios e estados que constituem o sudeste brasileiro.

6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE

Através da equação de risco proposta por Marcelino et al. (2006a) e de dados socioeconômicos – intensidade da pobreza (IP), índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM), densidade demográfica (DD) e número de população idosa (PI), foram elaborados índices e mapas (Figuras 6.1.1 a 6.1.5) para identificar municípios da região Sudeste do Brasil cuja população está mais exposta aos efeitos adversos decorrentes de intensos episódios de precipitação pluvial.

O acelerado e desordenado processo de urbanização ocorrido na segunda metade do século XX provocou profundas transformações nas paisagens desta região do país, sobretudo nas grandes e médias cidades. A elevada concentração populacional em áreas, muitas vezes, com condicionantes geológicos e geomorfológicos desfavoráveis à ocupação, aliada à falta de planejamento do espaço e à ausência de infraestrutura básica constituem os principais fatores responsáveis pela intensificação da magnitude dos impactos relacionados às chuvas.

Na Figura 6.1.1 está representado o índice de densidade demográfica (DD). Pode ser observado que os municípios que apresentam as maiores concentrações de habitantes (em vermelho) estão localizados no sul e sudeste da área de estudo. Principalmente nas seguintes mesorregiões (numeradas conforme a Figura 5.2): Metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo (30, 4 e 12), Macro Metropolitana e Vale do Paraíba Paulista (14 e 7), Campinas, Piracicaba, Ribeirão Preto e Araraquara (17, 11, 9 e 20), Baixadas, Sul e Norte Fluminense (6, 1 e 2), Zona da Mata (22), Sul e Central Espírito-Santense (34 e 37).

É importante destacar também que os municípios mais povoados estão localizados ao longo dos principais eixos rodoviários: na rodovia Presidente Dutra (BR-116) de São Paulo ao Rio de Janeiro, a Fernão Dias (BR-381) no trecho entre a capital paulista e Belo Horizonte, a Washington Luiz (BR-040) entre as capitais fluminense e mineira, e também aqueles próximos das rodovias que fazem a interligação entre a capital e o interior paulista: Anhanguera (SP-330), Anchieta (SP-150), Bandeirantes (SP-348), Castelo Branco (SP-280), Imigrantes (SP-160) e Washington Luís (SP-310).

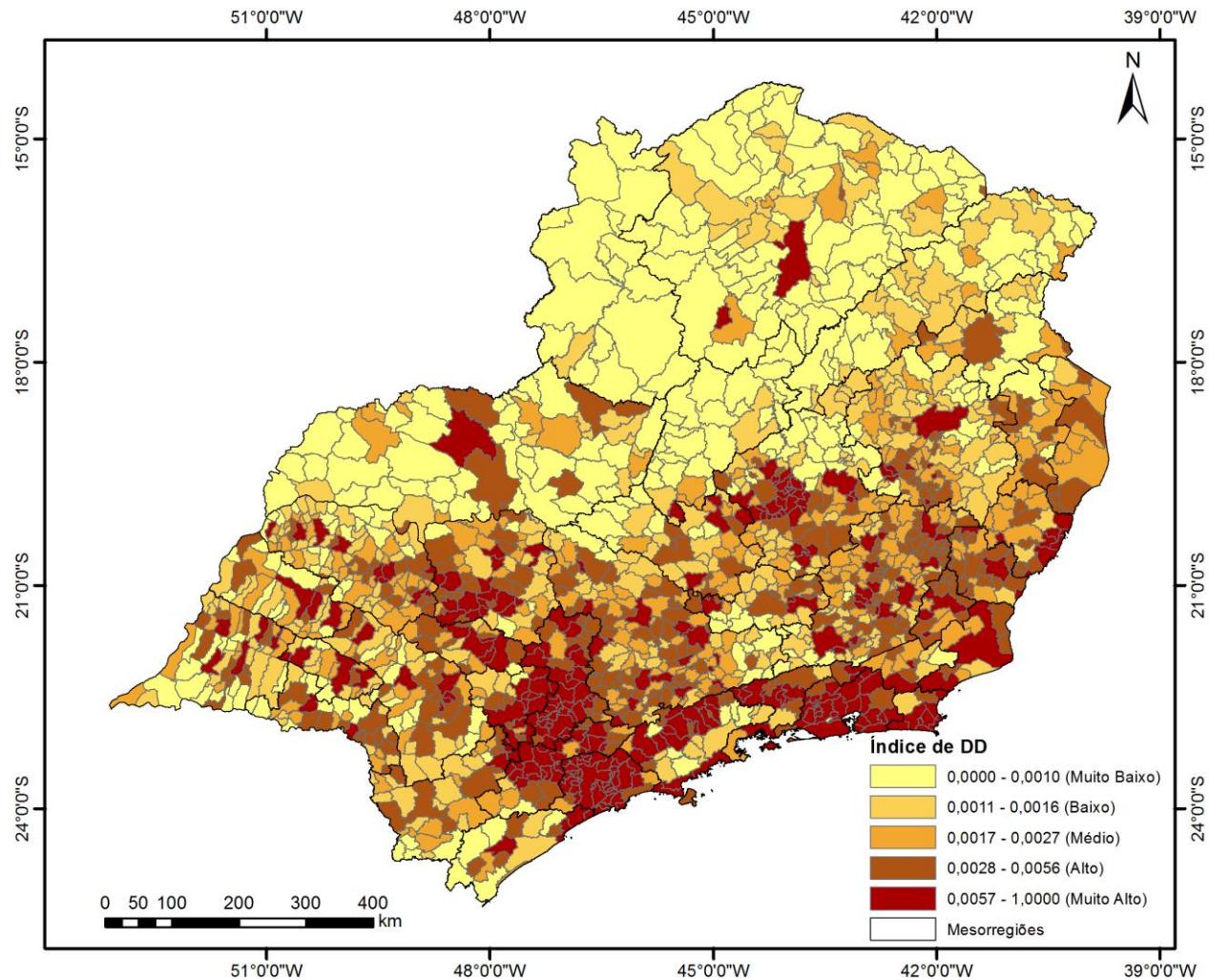


Figura 6.1.1. Índice de densidade demográfica dos municípios da região Sudeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2000). Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

O índice de intensidade da pobreza está representado na Figura 6.1.2. Pode-se inferir que os municípios com maior proporção de indivíduos que possuem renda domiciliar per capita inferior à R\$ 75,50 (metade de um salário mínimo em agosto de 2000) estão concentrados nos extremos norte e sul da região Sudeste.

Principalmente nas mesorregiões Norte e Noroeste de Minas Gerais, Jequitinhonha, Vale do Mucuri e Vale do rio Doce (28, 29, 31, 24 e 23), Noroeste, Litoral Norte e Central Espírito-Santense (35, 36 e 37), Presidente Prudente, Itapetininga, Litoral Sul e Vale do Paraíba Paulista (10, 16, 15 e 7) e Metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo (30, 4 e 12).

A probabilidade de ser vitimado por um desastre é diferenciada, “[...] visto que o grau de risco e o tipo de perigo ao qual uma pessoa é sujeita são fortemente condicionados aos seus padrões de renda” (NUNES, 2009a, p. 65). No entanto, além do extrato social, a idade e o gênero também são características diretamente relacionadas com a exposição, o tipo e magnitude do impacto.

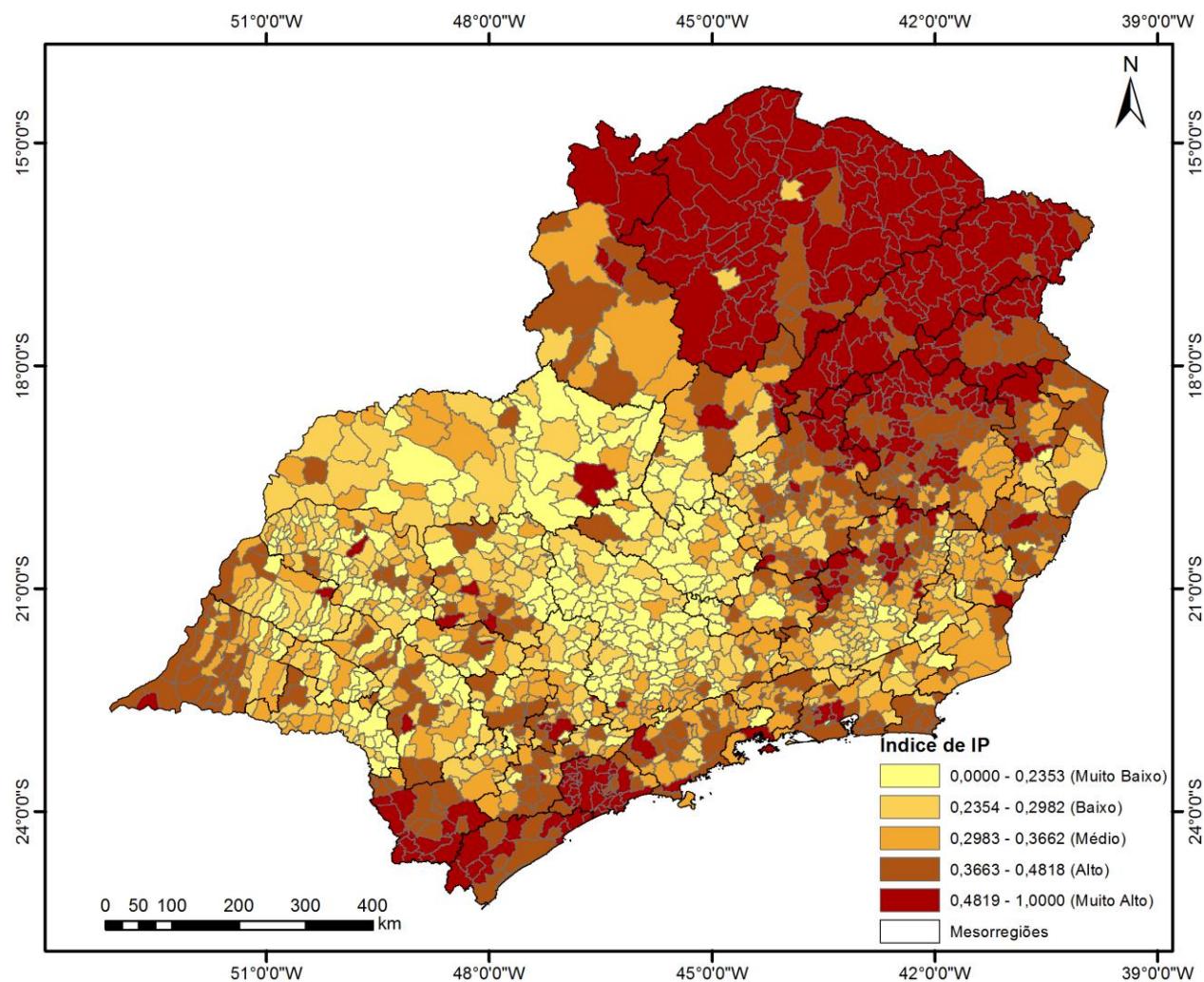


Figura 6.1.2. Índice de intensidade da pobreza dos municípios da região Sudeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2000). Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

O índice de população idosa (Figura 6.1.3) demonstra em quais municípios da região Sudeste há maior quantidade de habitantes com 65 anos ou mais.

A análise da Figura 6.1.3 permite inferir que os municípios com maior quantidade de idosos (vermelho) estão situados nas seguintes mesorregiões: Metropolitanas de

Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo (30, 4 e 12), Campinas, Macro Metropolitana e Vale do Paraíba Paulista (17, 14 e 7), Baixadas, Sul e Norte Fluminense (6, 1 e 2), Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Oeste de Minas Gerais, Zona da Mata (25, 27 e 22), Noroeste, Central e Litoral Norte Espírito-Santense (35, 37 e 36).

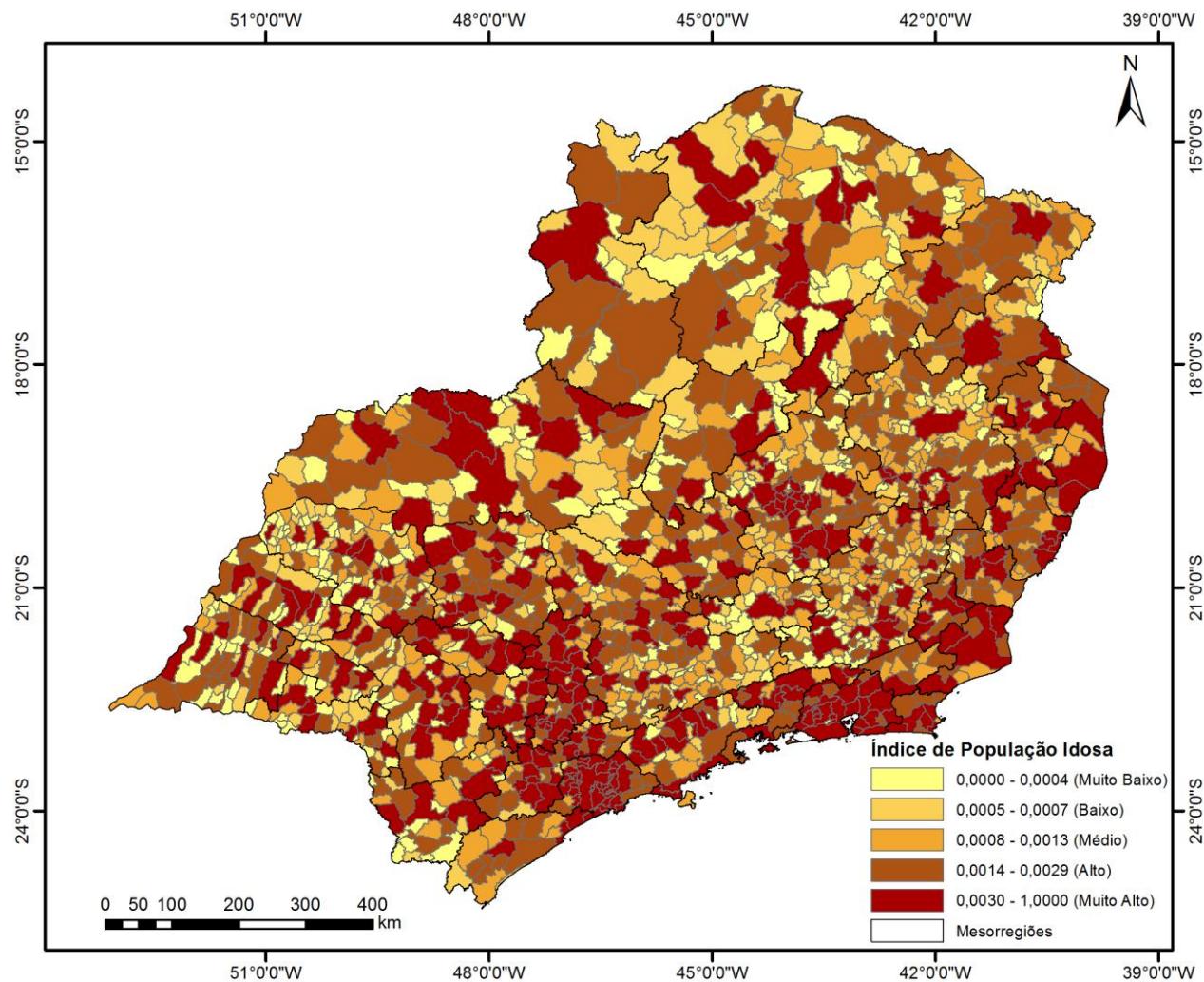


Figura 6.1.3. Índice de população idosa dos municípios da região Sudeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2000). Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Através da combinação dos índices de intensidade da pobreza (IP), densidade demográfica (DD) e número de população idosa (PI), foi obtido o índice de vulnerabilidade (Figura 6.1.4).

Através da Figura 6.1.4 pode-se identificar que os municípios cuja população é mais vulnerável aos impactos decorrentes de intensos episódios de precipitação pluvial estão

localizados nas mesorregiões Metropolitanas de Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo (30, 4 e 12), Campinas, Macro Metropolitana, Litoral Sul e Vale do Paraíba Paulista (17, 14, 15 e 7), Baixadas, Sul, Centro, Norte e Noroeste Fluminense (6, 1, 5, 2 e 3), Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Central Mineira, Oeste e Noroeste de Minas Gerais, Zona da Mata (25, 32, 27, 29 e 22), Sul, Central, Noroeste e Litoral Norte Espírito-Santense (34, 37, 35 e 36).

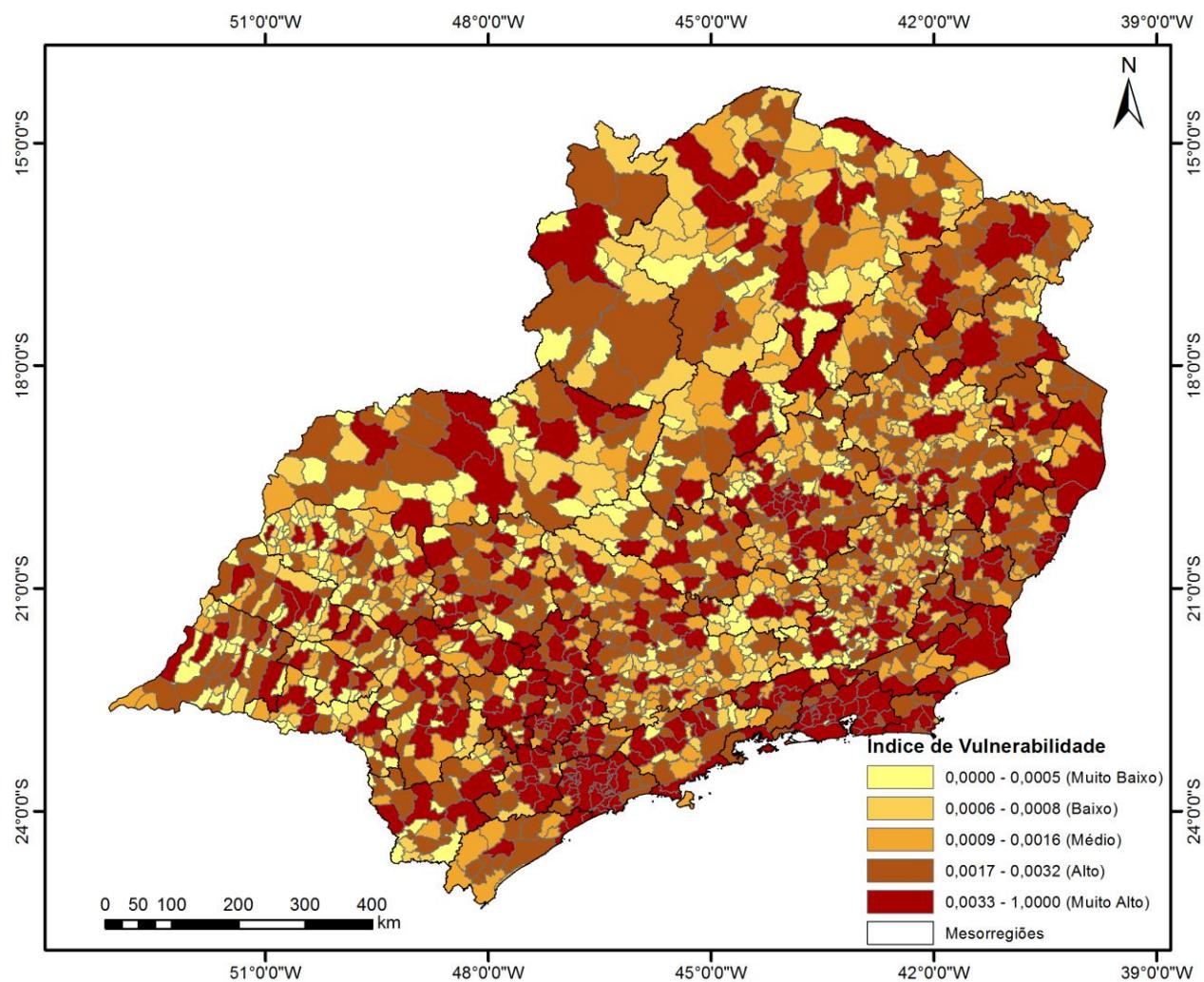


Figura 6.1.4. Índice de vulnerabilidade dos municípios da região Sudeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2000). Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

O índice de desenvolvimento humano municipal (Figura 6.1.5) mais do que retratar a qualidade de vida da população em nível municipal é um importante indicador da habilidade do grupo humano em resistir aos perigos naturais (capacidade de resposta) e recuperar-se dos efeitos adversos (resiliência). Assim, “[...] quanto maior a capacidade de

resposta de um sistema social, menores serão os danos e prejuízos, o que diminuiria o risco” (MARCELINO et al. 2006a, p. 74).

A análise da Figura 6.1.5 permite inferir que os municípios com maior IDHM (vermelho) estão localizados no sul e sudoeste da área de estudo, sobretudo nas mesorregiões Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e Oeste de Minas Gerais (27 e 25), São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Araçatuba, Araraquara, Bauru, Campinas, Piracicaba, Macro Metropolitana Paulista e Metropolitana de São Paulo (8, 9, 21, 20, 18, 17, 11, 14 e 12).

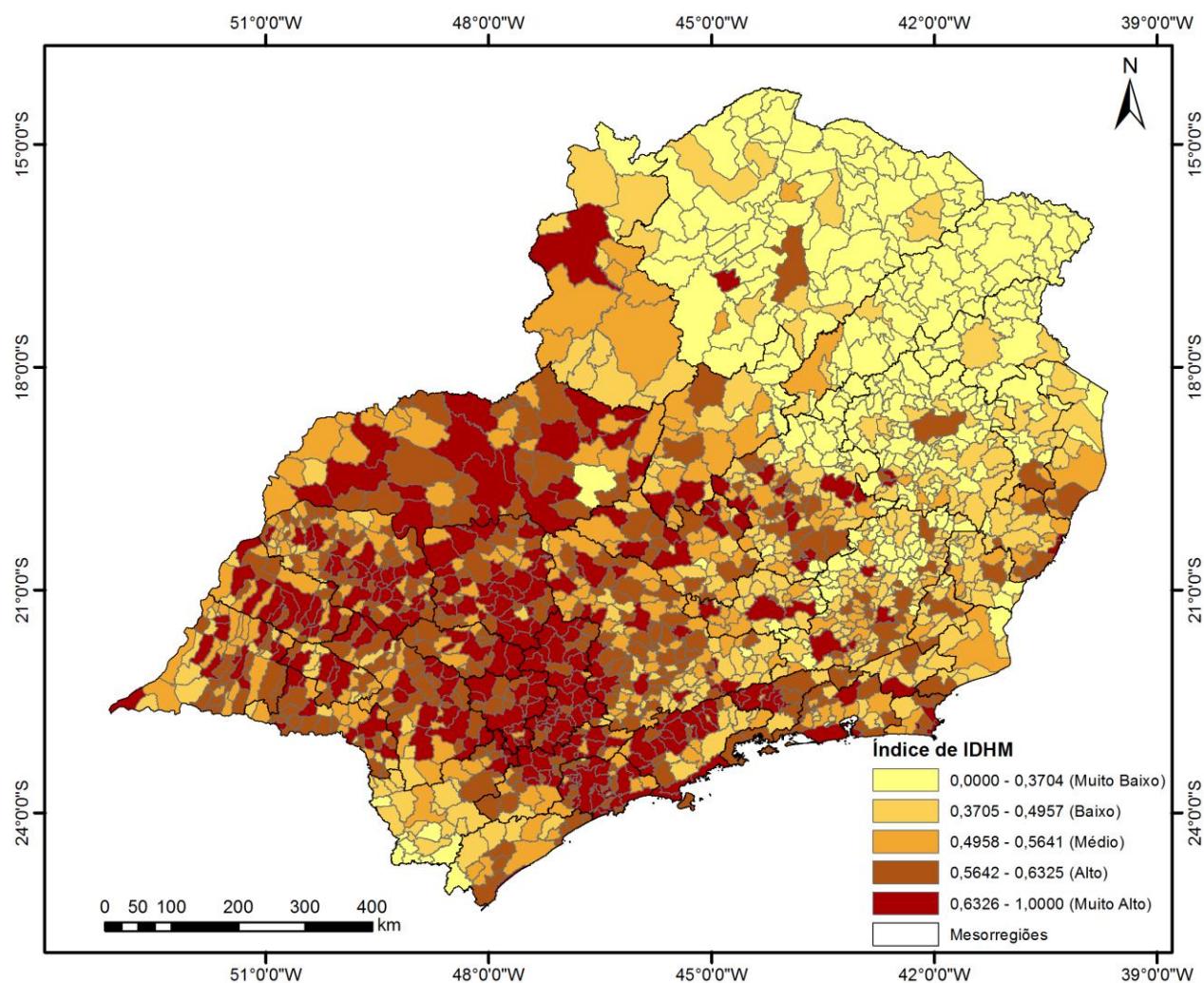


Figura 6.1.5. Índice de desenvolvimento humano dos municípios da região Sudeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2000). Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

6.2 VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NO SUDESTE DO BRASIL

A frequência, intensidade e a distribuição espacial e temporal das precipitações pluviais são características climáticas muito relevantes para a conservação e preservação de recursos naturais, o desenvolvimento das atividades econômicas, operações de reservatórios para a geração de hidroeletricidade, dimensionamento de projetos, execução de obras, a melhor forma de ocupação, monitoramento de áreas sujeitas a escorregamentos e inundações e a prevenção de desastres.

Assim, o conhecimento do regime pluviométrico de determinada área é um dos principais determinantes para a sua gestão, uma vez que os processos atmosféricos desencadeiam outros novos nas diferentes esferas que compõe o ambiente (criosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera).

Fatores como localização latitudinal, variação topográfica e proximidade com o oceano Atlântico conferem grande complexidade ao clima da região Sudeste do Brasil, a qual possui um regime de chuvas com duas estações bem definidas: uma seca (de abril a agosto) e outra úmida (de setembro a março). Os elevados volumes pluviométricos, registrados predominantemente nos meses de primavera-verão, decorrem principalmente da atuação da Zona de Convergência de Umidade, Zona de Convergência do Atlântico Sul, de sistemas frontais e de aquecimentos localizados.

Tanto o número de dias que apresentaram registro de precipitação pluvial quanto à variabilidade espacial da pluviosidade podem ser verificadas nos mapas isopléticos (Figuras 6.2.1 a 6.2.7). As tonalidades mais escuras indicam maiores intensidades do fenômeno representado em cada um dos mapas, ao passo que as mais claras referem-se às menores manifestações.

Através da Figura 6.2.1 é possível observar que a maior quantidade de dias com registros de precipitação (acima de 93 dias) ocorrem desde o sudoeste de Minas Gerais até o litoral da área de estudo. Com exceção do seu extremo norte, o sudeste do país apresenta, aproximadamente, três meses de chuva durante o ano.

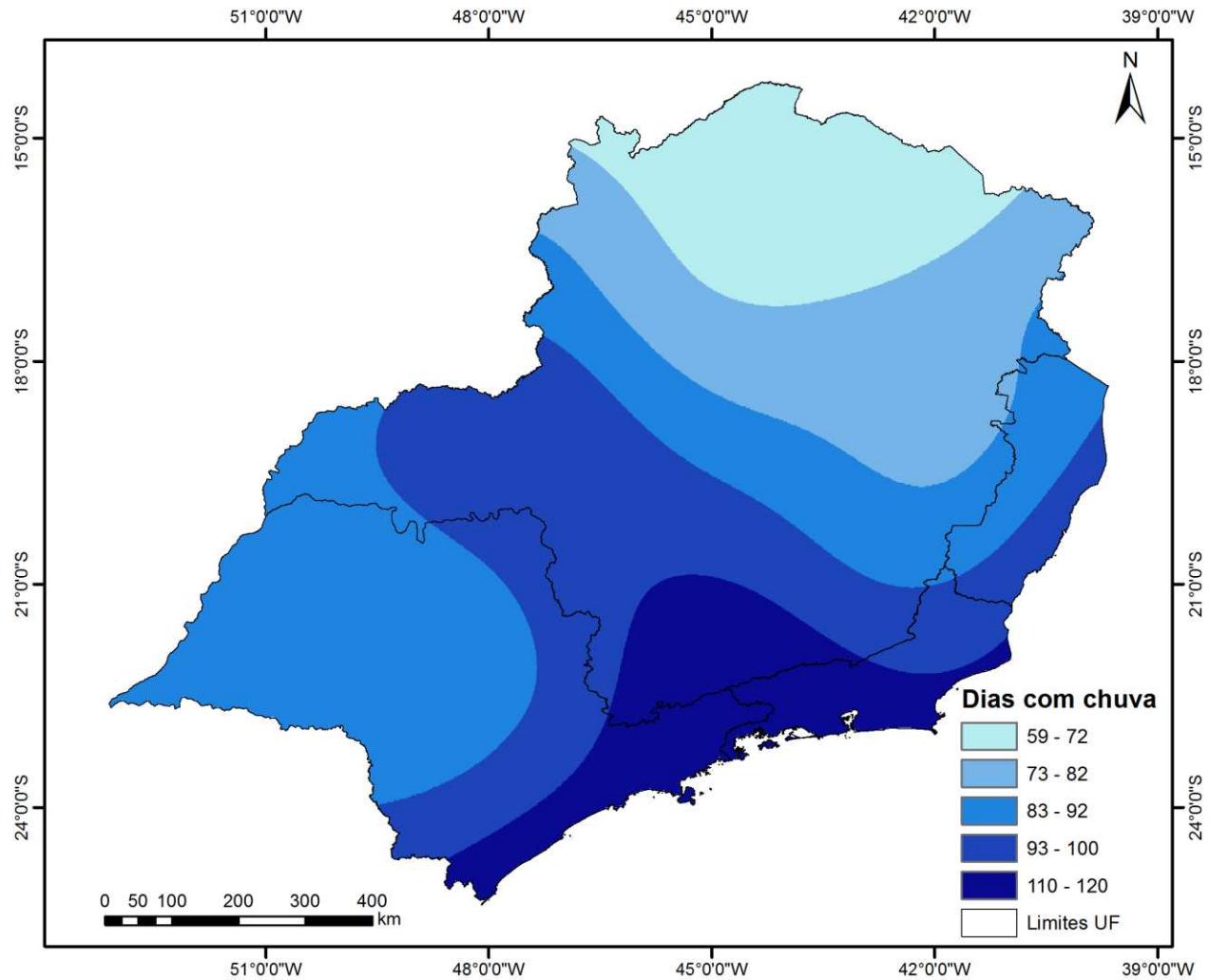


Figura 6.2.1. Média de dias com precipitação pluvial referente ao período anual.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

A análise da Figura 6.2.2 permite inferir que as maiores médias pluviométricas (superiores a 1.440 mm) estão localizadas entre o centro e o sudeste da área em estudo. Abrange o centro-leste do estado de São Paulo (SP), centro-sul de Minas Gerais (MG) até o nordeste do Rio de Janeiro (RJ). Deve ser destacado que os municípios de maior densidade demográfica (destacados na Figura 6.1.1) apresentam médias anuais que ultrapassam 1.260 mm.

As menores médias pluviais, por sua vez, estão situadas no oeste de São Paulo e norte de Minas Gerais (respectivamente inferiores a 1.100 e 693 mm).

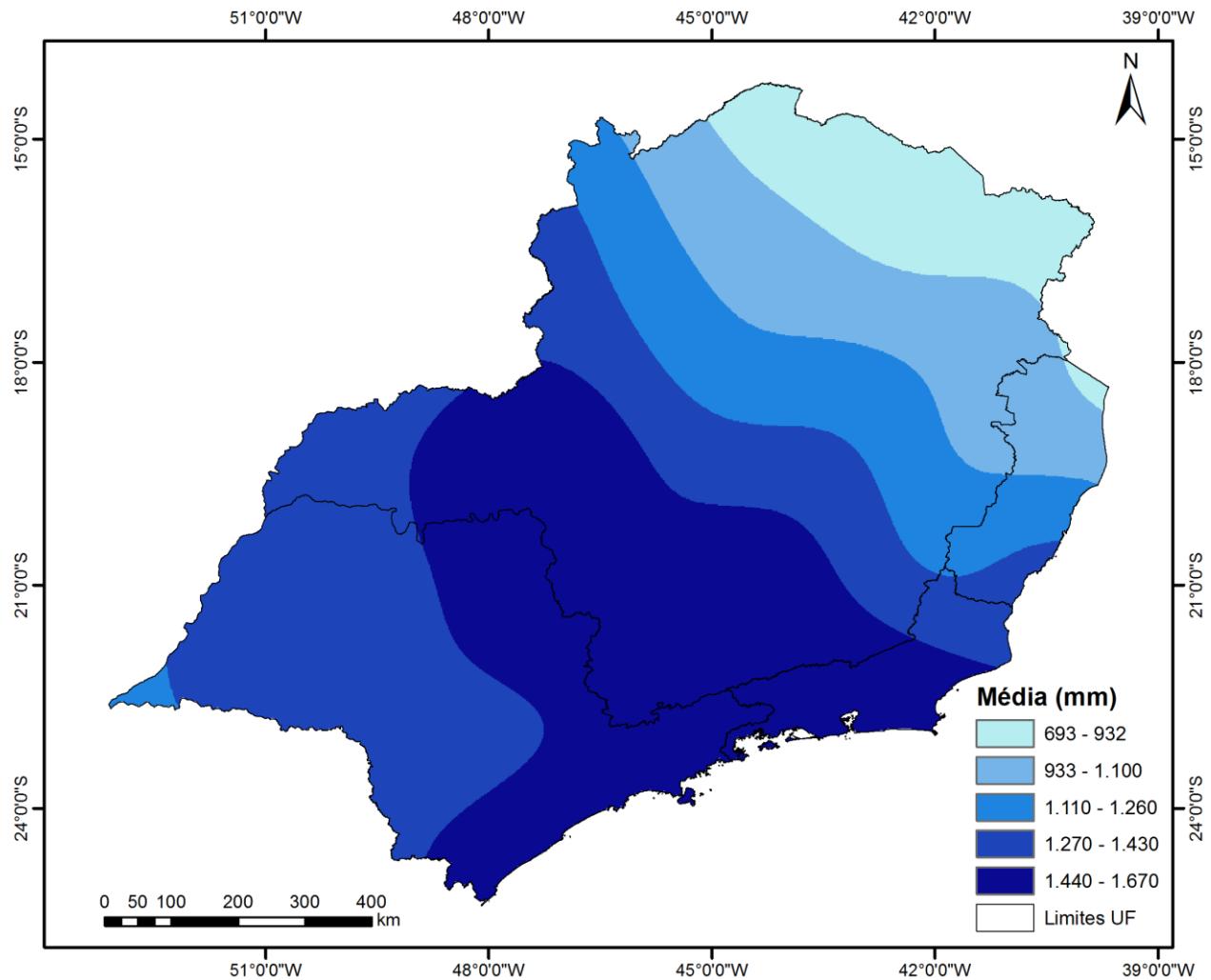


Figura 6.2.2. Isolinhas da média da precipitação pluvial referente ao período anual.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Os maiores desvios em relação à média anual (Figura 6.2.3) ocorreram na porção centro-oriental (ultrapassaram 283 mm). Tais valores resultam da influência de um relevo mais acidentado, da maior proximidade com o oceano Atlântico e das associações entre a convecção tropical (CT) e os sistemas frontais (SF). As interações entre estes dois sistemas atmosféricos distintos, muito frequentes durante o período compreendido pelos meses de primavera e verão (setembro a março), são denominadas de faixa de nebulosidade convectiva. Exemplos de como essas faixas se posicionam sobre o continente sul americano podem ser observados através da Figura 3.1.1.

Nas regiões do Oeste paulista, Jequitinhonha e Vale do Mucuri (MG) os desvios ficaram abaixo de 260 mm.

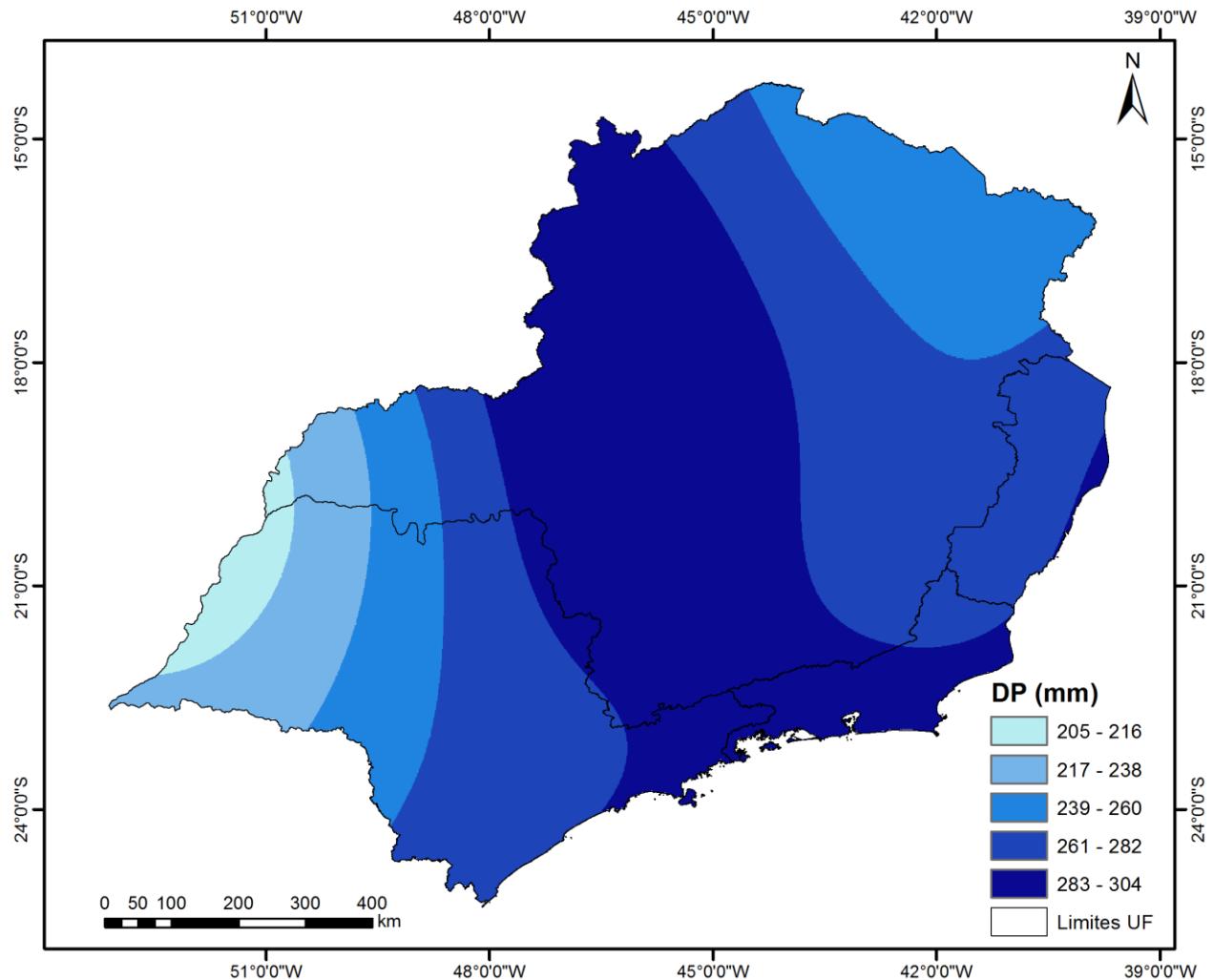


Figura 6.2.3. Isolinhas do DP da precipitação pluvial referente ao período anual.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

A partir da observação da Figura 6.2.4 é possível inferir que a incidência de chuva sobre o centro-sul do sudeste brasileiro (estado de São Paulo, Rio de Janeiro, sul de Minas Gerais e do Espírito Santo) é ligeiramente mais concentrada espacialmente (conforme os coeficientes de variação inferiores a 22 %).

Esta característica climática é decorrente da posição geográfica da área estudada. Durante os meses de primavera-verão há influência tanto da convecção tropical proveniente do sul amazônico, quanto de sistemas frontais, o que favorece a formação precipitações do tipo convectivo. As quais ocorrem devido ao “[...] movimento vertical de uma massa de ar ascendente, que é mais quente do que o meio ambiente” (AYOADE, 2010, p. 162). Também são caracterizadas por apresentarem volumes pluviométricos abundantes, concentrados

espacialmente, com durações curtas e geralmente acompanhados de trovões, rajadas de vento e descargas elétricas.

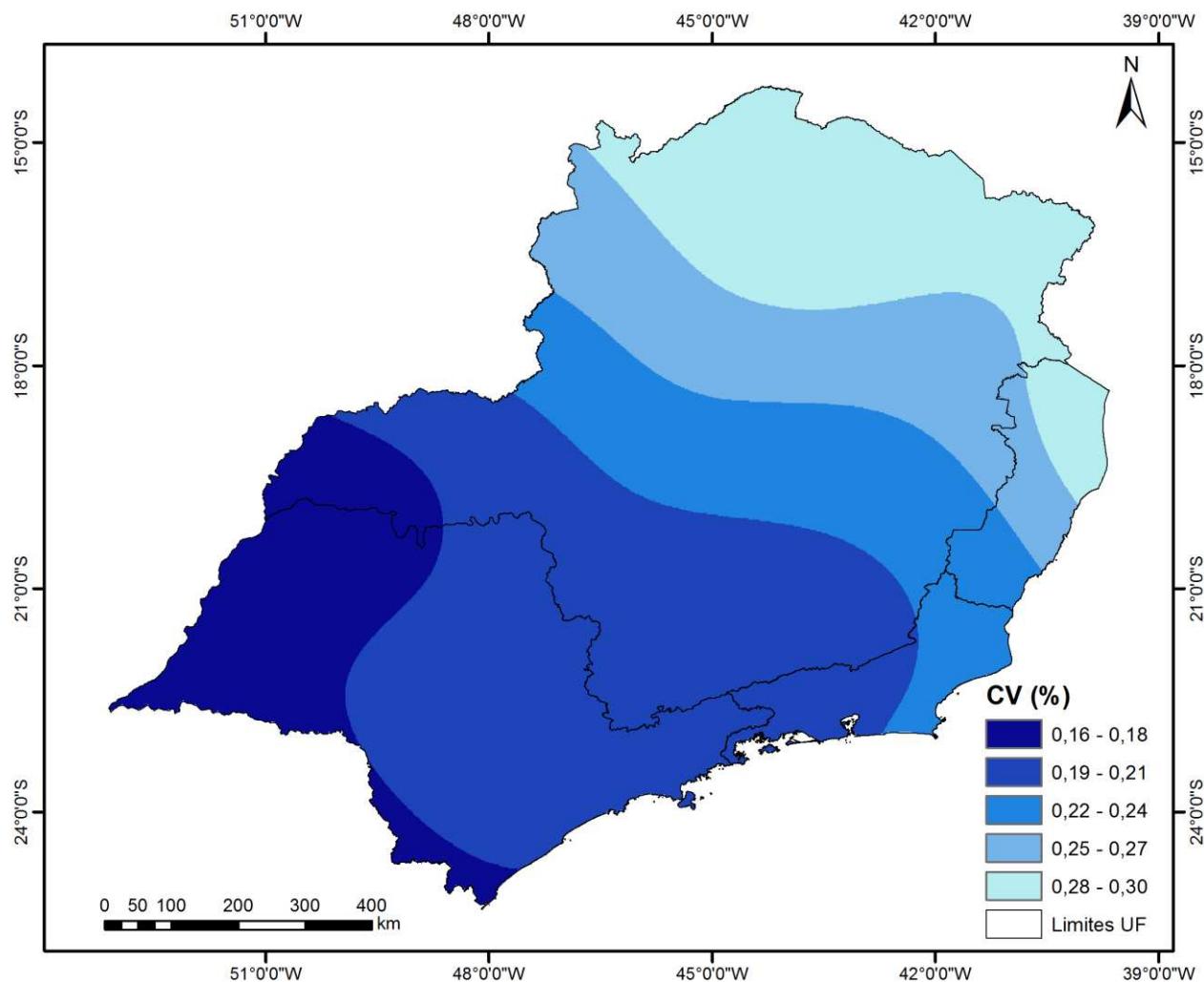


Figura 6.2.4. Isolinhas do CV da precipitação pluvial referente ao período anual.

Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

A análise do máximo precipitado (Figura 6.2.5) permite compreender em quais localidades os episódios pluviais ocorrem com maior intensidade. Pode-se observar que os maiores volumes pluviométricos (superiores a 1.800 mm) são encontrados desde o centro-leste do estado de São Paulo (SP), centro-sul de Minas Gerais (MG) até a divisa entre o norte fluminense e o sul do Espírito Santo.

É importante destacar que os maiores aglomerados urbanos da área de estudo possuem seus sítios localizados em áreas cujos registros pluviométricos ultrapassam 2.200 mm anuais. Já os menores volumes máximos são encontrados nos municípios próximos as divisa com os estados do Mato Grosso do Sul e de Goiás (1.800 mm) e também ao norte de Minas Gerais (inferiores a 1.790 mm).

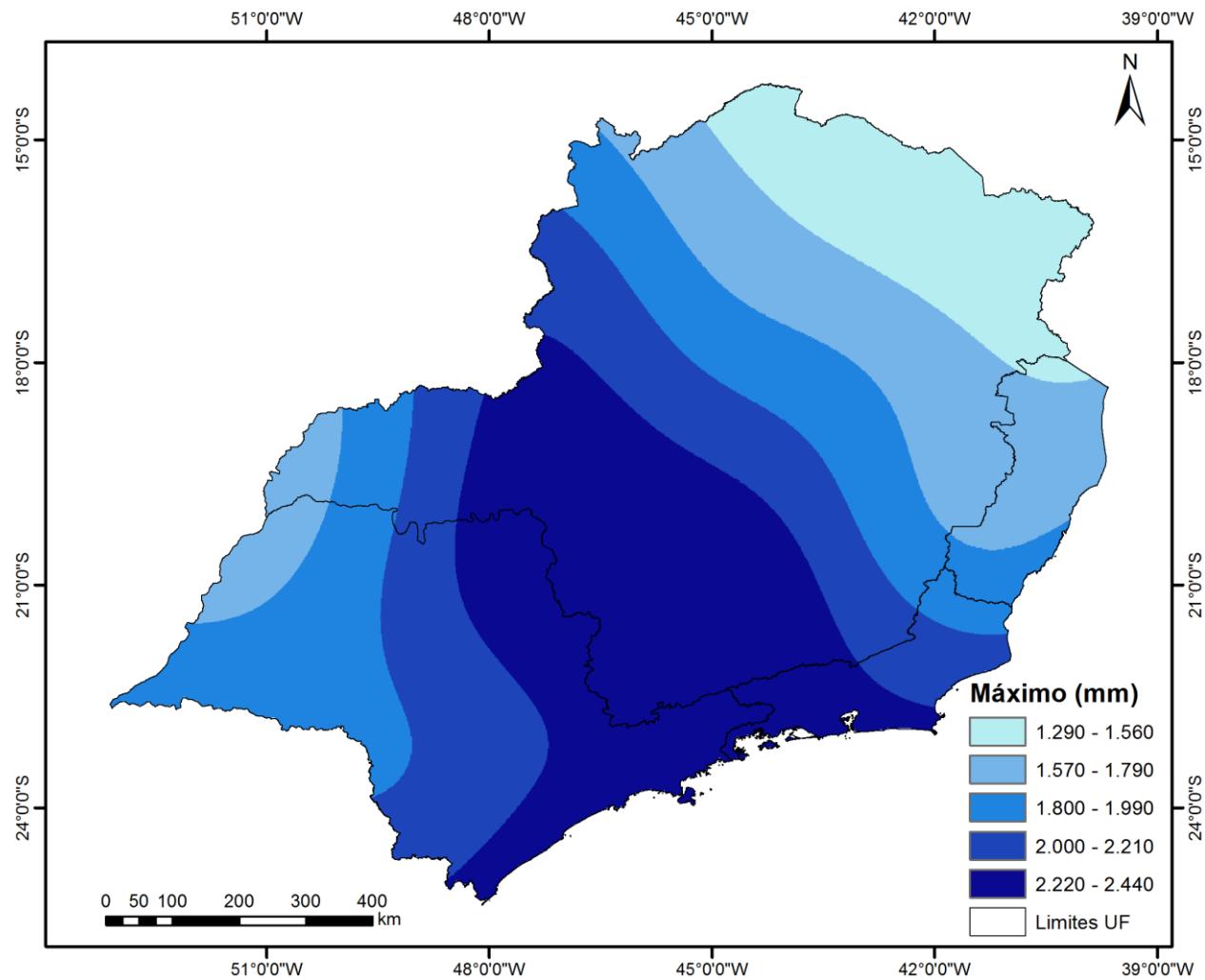


Figura 6.2.5. Isolinhas da máxima precipitação pluvial referente ao período anual.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Através Figura 6.2.6 nota-se que os maiores mínimos precipitados (superiores a 888 mm) estão localizados centro-sul do sudeste brasileiro (estado de SP, sul de MG e RJ), e diminuem em direção ao norte desta região brasileira (abaixo de 460 mm). Tal variação pode ser vinculada a permanente incursão de sistemas frontais entre os meses de abril e agosto.

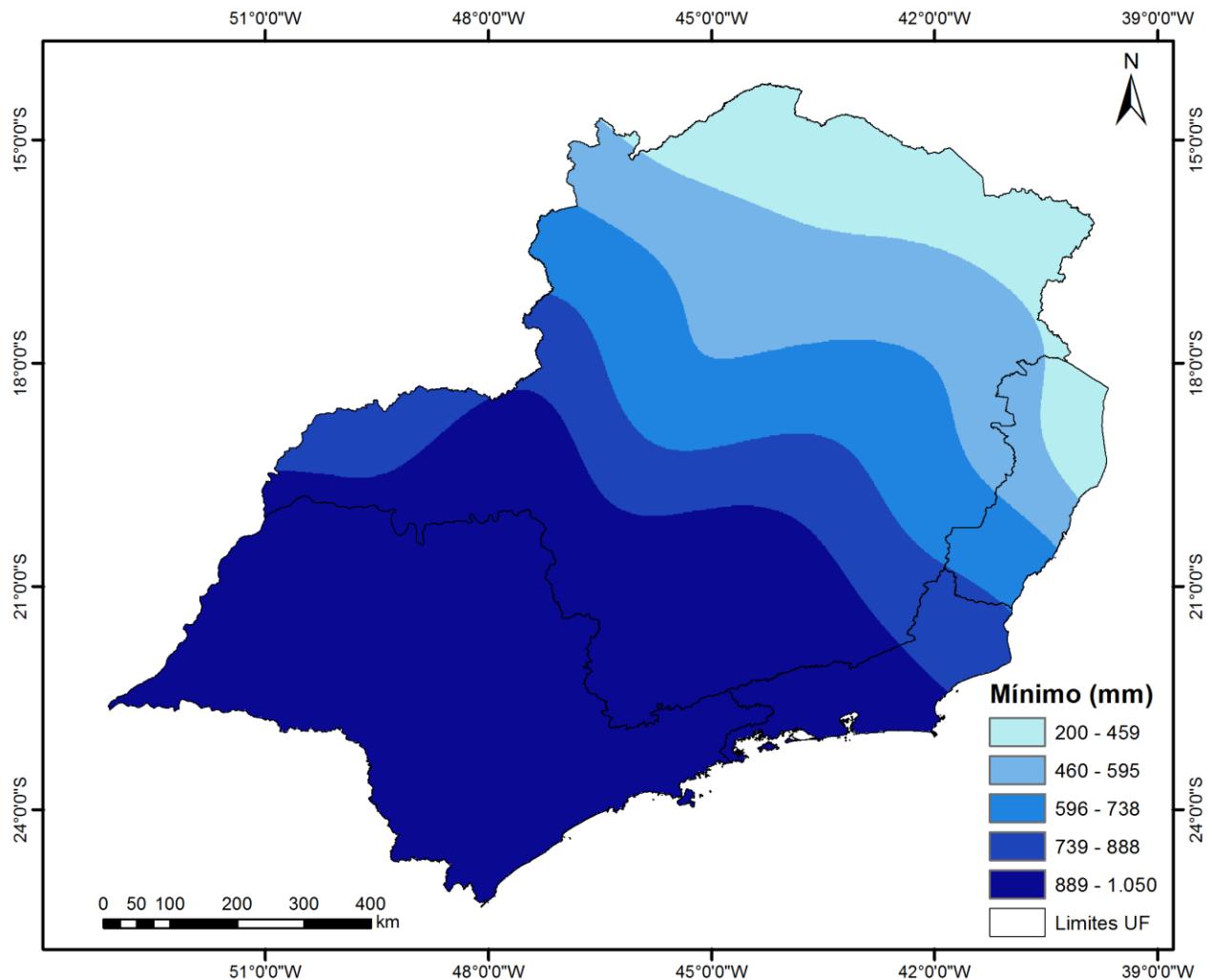


Figura 6.2.6. Isolinhas da precipitação pluvial mínima referente ao período anual.

Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

A amplitude (Figura 6.2.7) confirma a influência do relevo acidentado, da proximidade do oceano Atlântico e da atuação da ZCAS e dos sistemas frontais na distribuição espacial da pluviosidade. A maior variação (acima de 1.330 mm) compreende o centro-leste de São Paulo, centro-sul de Minas Gerais até as regiões Serrana e das Baixadas Litorâneas (RJ). Enquanto no Oeste paulista, Jequitinhonha e Vale do Mucuri (MG) estão as menores amplitudes (inferiores a 1.100 mm).

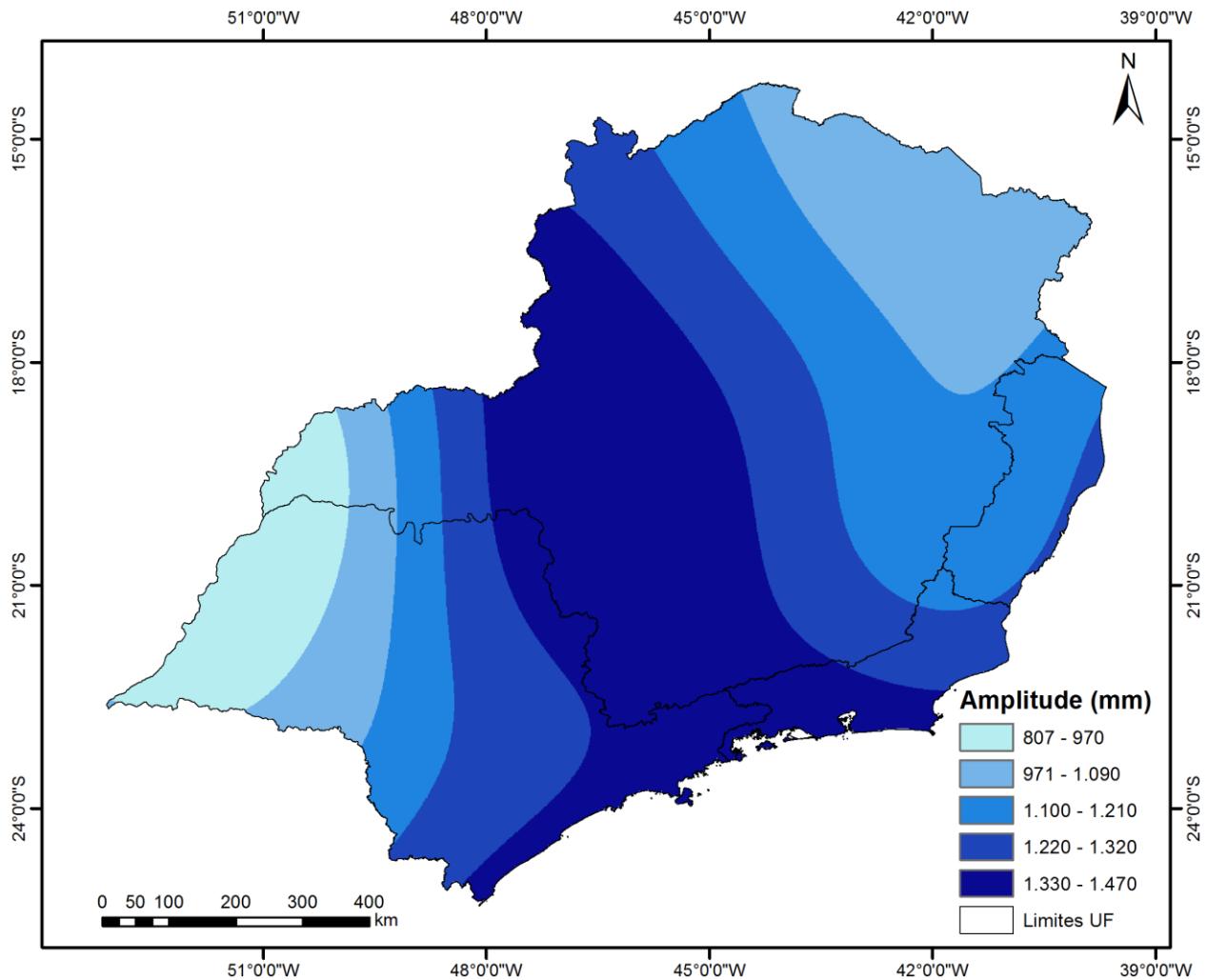


Figura 6.2.7. Isolinhas da amplitude da precipitação pluvial referente ao período anual.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

6.3 ZCAS E DESASTRES NATURAIS NO SUDESTE DO BRASIL

Pelo fato de fornecer suporte termodinâmico para a formação de nuvens de chuva, por um período igual ou superior a quatro dias, a Zona de Convergência do Atlântico Sul pode ser considerada uma dinâmica diretamente relacionada ao desencadeamento de movimentos de massa e inundações em muitas localidades da região Sudeste. Por isso, sua compreensão é fundamental para a “[...] antecipação da possibilidade de um evento catastrófico, prevenindo perdas materiais e salvando vidas” (IDE e MACEDO, 2004, p. 592).

Os episódios de ZCAS analisados neste estudo correspondem a eventos anteriormente identificados por Quadro (1994), compreendidos entre 1980 e 1989 e em publicações do Boletim de Monitoramento e Análise Climática (CLIMANÁLISE, 1990-2011). A partir destas datas e dos dados de ROLE foram traçados mapas de isolinhas, com o emprego do software *ArcGIS 10*, os quais representaram a posição da ZCAS e as áreas de atividade convectiva. As tonalidades mais escuras indicam maior intensidade dos processos convectivos (menores valores de ROLE), ao passo que as mais claras referem-se às menores (maiores valores de ROLE). Os tons de brancos, normalmente localizados ao norte e ao sul do campo convectivo, estão relacionados à subsidência da circulação atmosférica e representaram a ausência de atividade convectiva.

Para valores de ROLE acima de 240 W/m^2 não se observa convecção (QUADRO, 1994; FERREIRA et al. 2004; CARVALHO et al. 2004; SILVA, 2006). Todavia, há trabalhos que consideram menores valores de radiação emitida ao espaço para analisar a transiência da ZCAS, como o de Carvalho et al. (2002), no qual “[...] os autores consideram que regiões com $\text{ROLE} \leq 200 \text{ W/m}^2$ estão bem relacionadas com padrões espaciais de precipitação” (CARVALHO e JONES, 2009, p. 99).

A intensidade dos episódios analisados foi definida baseada em gradientes de ROLE (valores inferiores a 240 W/m^2), observados sobre o território sul americano e o sudeste do país; comparação com a análise visual de imagens de satélite (quando disponíveis), compatíveis com a duração desses fenômenos (no mínimo de quatro dias); totais pluviométricos de postos localizados na área de atuação do campo convectivo; reportagens do acervo dos jornais Folha de São Paulo e O Estado de São Paulo e também publicações do Climanálise.

Entre 109 episódios foram selecionados 39, nos quais a presença das faixas de nebulosidade foi determinante para desalojar 897.319 pessoas e vitimar outras 2.826, aproximadamente. Os saldos e os números absolutos dos quatro estados em cada episódio nestes três decênios estão em anexo.

Em cada caso analisado, onde a ZCAS esteve mais bem definida em termos de posicionamento e persistência da precipitação, têm-se os seguintes padrões atmosféricos: convergência de umidade na baixa e média troposfera na região abrangida pela banda convectiva; faixa de movimento ascendente do ar, com orientação NO-SE, acompanhada do cavado semiestacionário sobre a América do Sul em 500 hPa (Alta da Bolívia); gradiente de temperatura

potencial equivalente ao sul da região da ZCAS na média troposfera; ocorrência de precipitação associada à zona de convergência e também a faixa de vorticidade relativa anticiclônica em altos níveis (QUADRO, 1994, p. 5).

Através das Figuras (6.3.1 a 6.3.25) é possível observar que houve uma grande variabilidade das posições geográficas do processo de convecção sobre a área de estudo (transiência que predominou sobre os seguintes estados: Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro). Quanto às consequências, foi identificado um aumento significativo do número de pessoas afetadas ao longo do período analisado, principalmente na última década.

Entre 1980 e 1989 houve a configuração das ZCAS em 21 ocasiões. Nas Figuras 6.3.1 e 6.3.2 estão representados os saldos dos 11 episódios mais significativos em número de vítimas fatais e de desalojados, respectivamente.

A análise das Figuras 6.3.1 e 6.3.2 demonstra que os estados do Rio de Janeiro (RJ) e de Minas Gerais (MG) foram os mais atingidos pelas precipitações pluviais. Ambos apresentaram, respectivamente, os maiores registros de mortes (329) e de desalojados (101.487). Neste primeiro decênio, o número de pessoas que foram impedidas de retornar para as suas residências em Minas Gerais foi, aproximadamente, quatro vezes superior ao registrado pelo estado do Espírito Santo (26.531). Com o terceiro maior saldo de mortes no período (149), São Paulo não apresentou vitimas fatais apenas no segundo evento de 1982, quando a ZCAS esteve organizada durante os dias 19 de fevereiro e 05 de março.

A atuação da ZCAS entre os dias 23 de janeiro e 06 de fevereiro de 1985 contribuiu para intensificar as chuvas sobre as regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Comparada com as demais manifestações deste fenômeno meteorológico durante esta década, foi o episódio que apresentou a maior quantidade de pessoas desalojadas (100.107) e o segundo maior número de vítimas fatais (118).

Na Figura 6.3.3 é possível verificar a abrangência das faixas de nebulosidade convectiva desde o sul da Colômbia até o oceano Atlântico pelos litorais do Espírito Santo e do Rio de Janeiro. Os valores de ROLE (inferiores a 240 W/m²) constituem um importante indicativo da ocorrência de convecção profunda sobre toda a área de estudo.

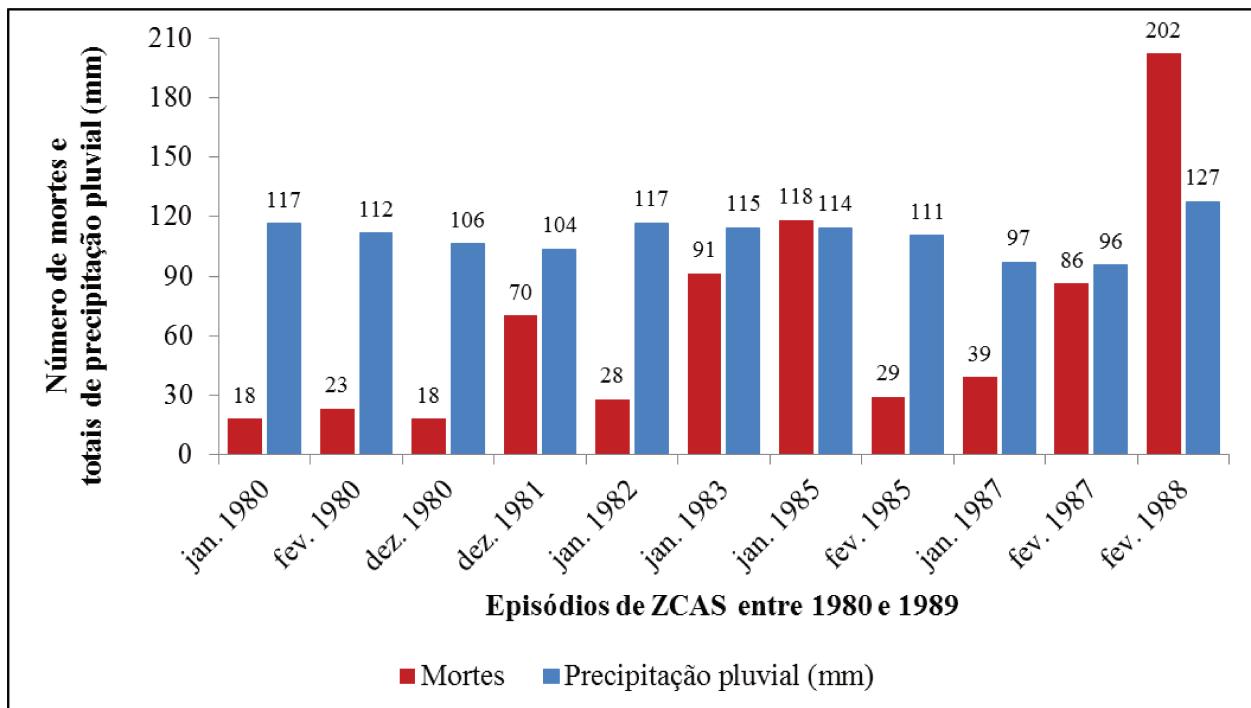


Figura 6.3.1. Número de mortes e totais de precipitação pluvial entre 1980 e 1989.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

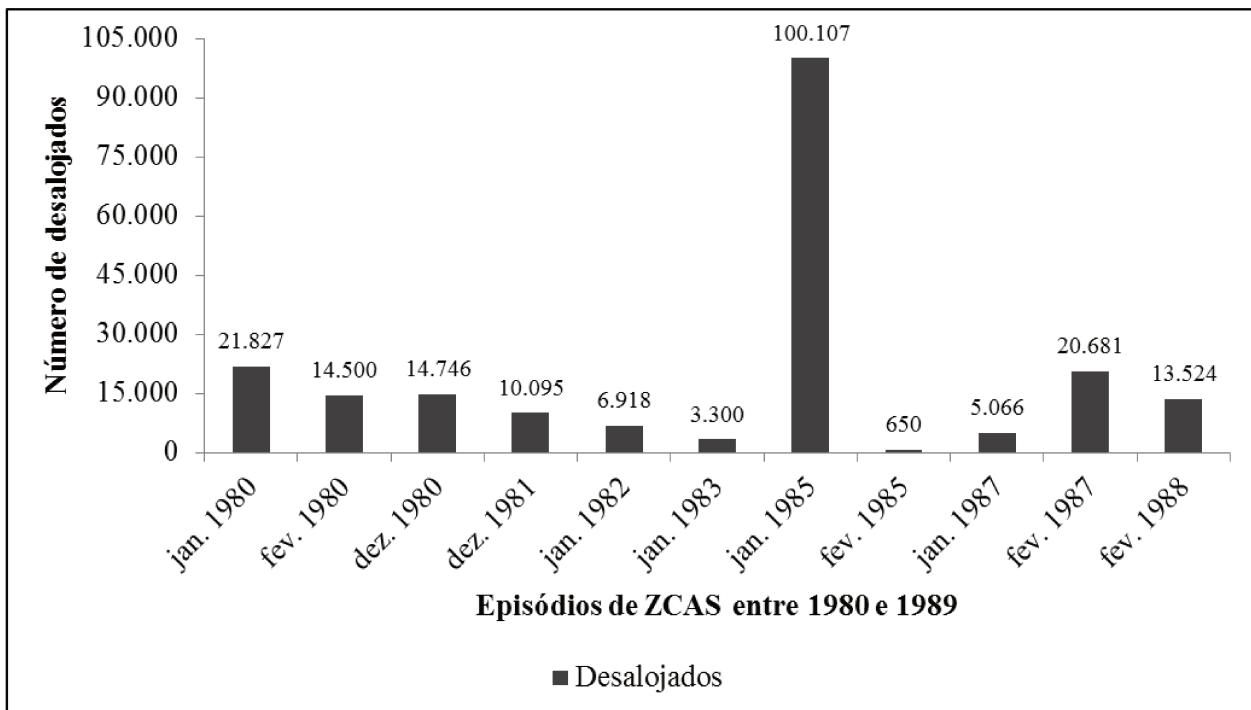


Figura 6.3.2. Número de desalojados entre 1980 e 1989.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

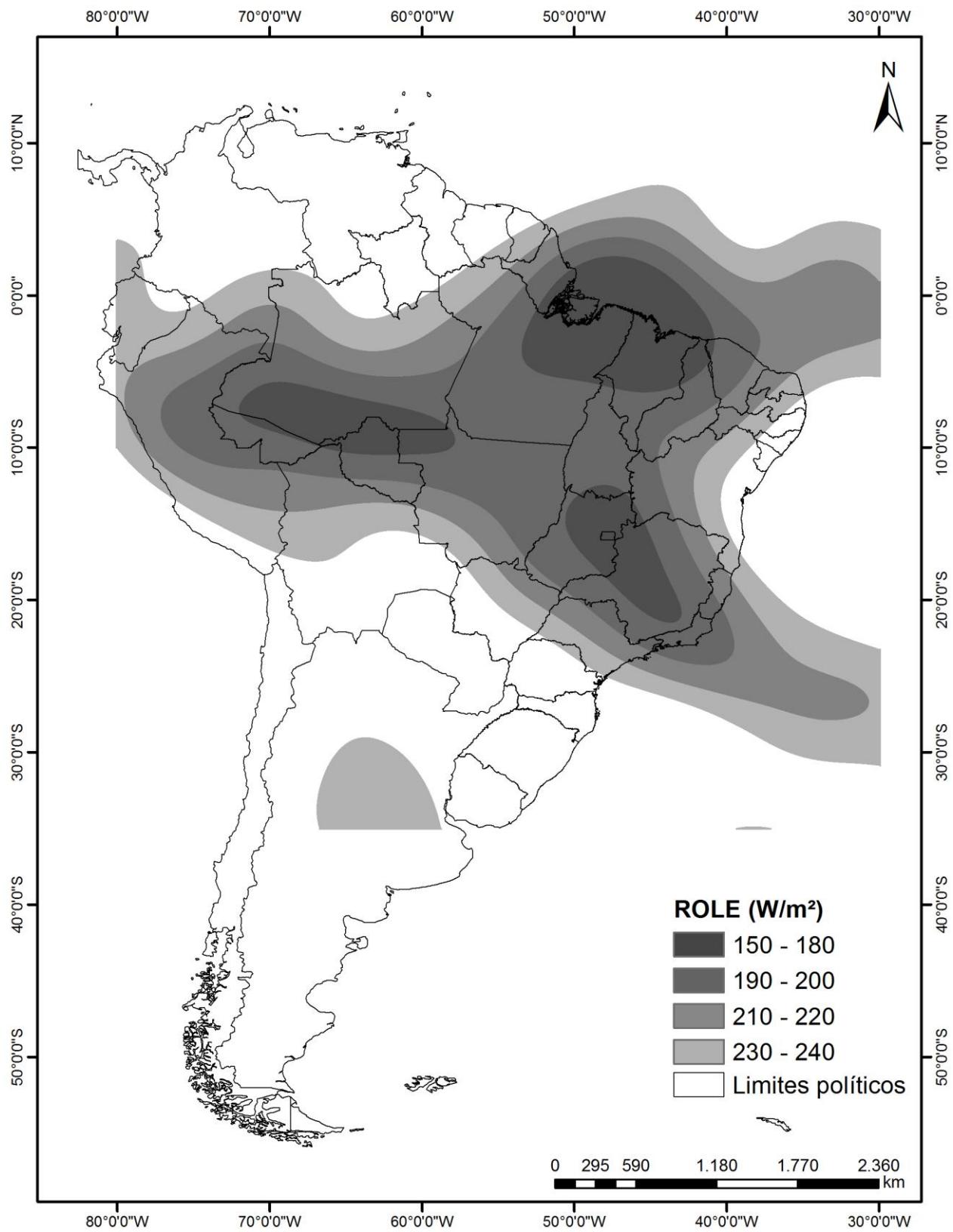


Figura 6.3.3. Campo médio de ROLE entre 28/01 e 01/02/1985.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Através da Figura 6.3.4 pode ser observada a distribuição espacial dos totais de precipitação pluviométrica registrados durante os cinco dias em que a ZCAS esteve mais bem definida em termos de posicionamento (entre 28 de janeiro e 01 de fevereiro de 1985). É possível verificar que há significativa associação entre baixos valores de ROLE (inferiores a 200 W/m^2) e elevados totais de chuva (superiores a 63 mm).

Os maiores volumes foram registrados nas seguintes mesorregiões (conforme a Figura 5.2): Central Mineira, Metropolitana de Belo Horizonte, Oeste, Sul/Sudeste de Minas, Campo das Vertentes, Vale do rio Doce e Zona da Mata (32, 30, 27, 26, 33, 23 e 22), Vale do Paraíba Paulista (7), Metropolitana do Rio de Janeiro, Baixadas, Centro, Sul, Norte e Nordeste Fluminense (4, 6, 5, 1, 2 e 3) e Sul Espírito-Santense (34).

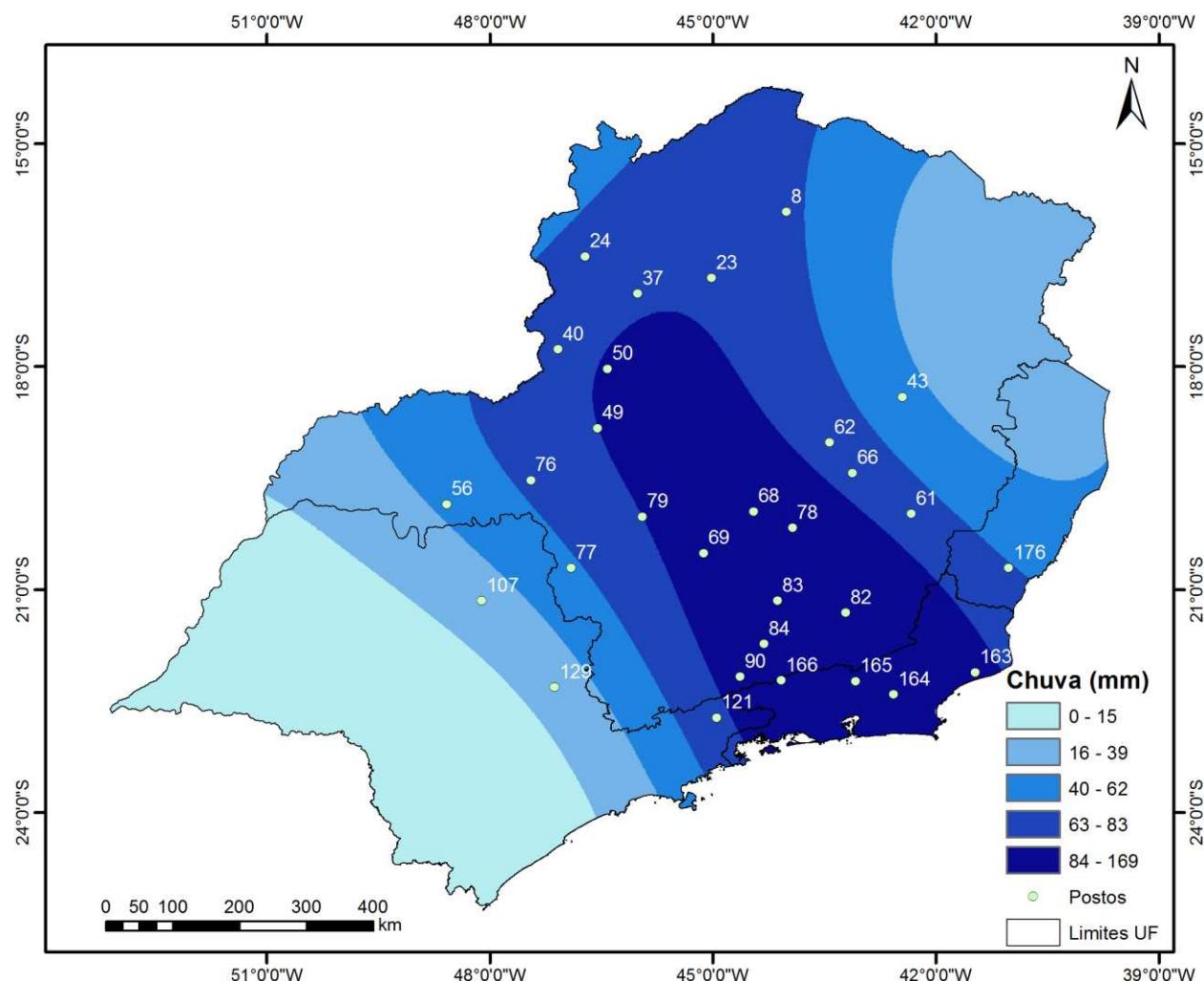


Figura 6.3.4. Isolinhas dos totais de chuva entre 28/01 e 01/02/1985.

Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Tabela 6.3.1 estão destacados 30 postos pluviométricos cujos acumulados de chuva em cinco dias superaram 80 mm. Tais valores estão diretamente vinculados à localização destes postos na faixa de máxima convergência de umidade (eixo principal da banda de nebulosidade convectiva). A análise da Tabela 6.3.1 também revela a existência de variabilidades espaciais e temporais na distribuição das precipitações. Nota-se que os postos situados no oeste e noroeste da área de estudo (8, 23, 37, 56, 76 e 77) registraram maiores volumes de precipitação pluvial durante os três primeiros dias de manifestação da ZCAS (28 a 30 de janeiro). Enquanto os do sul e do sudeste (107, 129, 163, 165, 166 e 176) apresentaram elevações ao final desta pêntada.

Tabela 6.3.1. Totais de precipitação pluvial entre 28/01 e 01/02/1985.

Municípios	Nº	28/01	29/01	30/01	31/01	01/02	t. 5 dias	t. jan.85	%
São João da Ponte (MG)	8	71,2	41,3	42,2	0,0	0,0	154,7	627,8	25
Buritizeiro (MG)	23	35,0	69,2	24,4	0,0	0,0	128,6	537,3	24
Unaí (MG)	24	0,0	5,1	70,0	1,3	15,8	92,2	337,3	27
João Pinheiro (MG)	37	14,3	52,4	78,3	0,0	18,3	163,3	426,7	38
Guarda-Mor (MG)	40	0,0	5,8	11,8	16,6	54,6	88,8	463,8	19
Santa Maria do Suaçuí (MG)	43	50,0	24,2	20,0	50,0	24,6	168,8	714,0	24
Guarda-Mor (MG)	49	3,5	18,6	11,4	59,4	0,0	92,9	534,0	17
Presidente Olegário (MG)	50	8,4	28,0	45,1	30,0	0,0	111,5	675,3	17
Monte Alegre de Minas (MG)	56	16,8	28,2	23,3	17,6	2,0	87,9	462,5	19
Raul Soares (MG)	61	58,0	0,0	18,0	13,0	0,0	89,0	619,4	14
Conceição do Mato Dentro (MG)	62	2,0	14,8	56,0	24,0	11,0	107,8	709,2	15
Santa Maria de Itabira (MG)	66	60,0	24,3	27,2	25,0	0,0	136,5	617,1	22
Mateus Leme (MG)	68	21,0	37,0	47,0	5,2	47,4	157,6	614,2	26
Bom Despacho (MG)	69	15,2	35,7	18,0	6,0	6,2	81,1	637,0	13
Santa Juliana (MG)	76	80,0	21,8	4,2	0,0	0,0	106,0	539,5	20
Caiana (MG)	77	64,6	14,2	11,2	4,4	0,0	94,4	508,8	19
Nova Lima (MG)	78	29,4	14,6	25,2	11,6	0,0	80,8	656,4	12
Bambuí (MG)	79	75,0	25,1	5,0	50,0	0,0	155,1	568,0	27
Rio Pomba (MG)	82	82,0	1,9	18,6	8,4	2,0	112,9	525,0	22
Tiradentes (MG)	83	53,2	77,2	8,9	13,2	13,0	165,5	460,2	36
Andrelândia (MG)	84	20,0	13,1	48,3	5,5	3,8	90,7	770,1	12
Alagoa (MG)	90	3,3	48,4	11,2	48,2	13,6	124,7	438,4	28
Sertãozinho (SP)	107	2,4	0,0	48,4	31,3	22,7	104,8	591,2	18
Cachoeira Paulista (SP)	121	7,2	82,0	47,0	7,8	2,8	146,8	504,6	29
Conchal (SP)	129	0,0	0,0	0,0	86,2	4,3	90,5	360,7	25
Macaé (RJ)	163	21,0	5,0	2,0	18,0	45,0	91,0	193,0	47
Silva Jardim (RJ)	164	49,4	22,8	24,2	22,6	10,0	129,0	570,0	23
Rio das Flores (RJ)	165	31,8	10,0	37,6	15,8	42,6	137,8	558,6	25
Valença (RJ)	166	20,0	9,0	21,4	35,0	32,6	118,0	521,2	23
Cachoeiro do Itapemirim (ES)	176	10,0	1,8	71,0	0,0	6,0	88,8	622,8	14

Nº = Número do posto pluviométrico;

t. 5 dias = Total de precipitação pluvial (mm) durante a ocorrência da ZCAS entre 28/01 e 01/02/1985;

t. jan.85 = Total de precipitação pluvial (mm) no mês de janeiro de 1985;

% = Total durante a ocorrência da ZCAS em relação ao total de janeiro de 1985.

Em decorrência da permanência das bandas de nebulosidade as mesorregiões do Norte de Minas, Vale do Mucuri, Vale do rio Doce e a Zona da Mata mineira concentraram, aproximadamente, 63 % dos afetados (63.335). Os prejuízos em todo o estado chegaram a um trilhão de cruzeiros (equivalente a três bilhões de reais). “As chuvas destruíram em Minas Gerais 1.300 casas, 110 pontes, duas escolas e danificaram 2.600 casas, quatro prédios públicos, 20 pontes em 141 municípios” (O ESTADO DE S. PAULO, 1985, p. 32).

Dos 56 óbitos registrados desde o início do período chuvoso no estado Espírito Santo, 34 decorreram deste evento. Valor muito superior às estatísticas das duas décadas seguintes: 1990-1999 (5) e 2000-2010 (31).

Na capital paulista, às vésperas de seu 431º aniversário, quinze horas ininterruptas de chuva foram suficientes para provocar duas mortes por desabamentos e desabrigar 1.141 pessoas. As regiões mais afetadas foram Itaquera (Zona Leste) e São Miguel Paulista (Zona Norte). Em Guarulhos o volume precipitado chegou a 106 mm, “[...] foi a maior chuva ocorrida num período de 24 horas, desde 1949” (FOLHA DE S. PAULO, 1985, p. 20).

No extremo norte do Rio de Janeiro mais de 20.000 ficaram desabrigados em consequência das chuvas e da cheia dos rios Carangola e Muriaé, os quais são tributários de rios que drenam a mesorregião do Norte Fluminense.

Entre os dias 31 de janeiro e 14 de fevereiro de 1988 novamente a configuração da ZCAS contribuiu para intensificar as chuvas sobre as regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Na Figura 6.3.5 é possível verificar um núcleo intensa atividade convectiva (valores de ROLE inferiores a 200 W/m^2), de direção noroeste-sudeste, que se estendeu desde o oeste de Rondônia até o oceano Atlântico pelos litorais do Rio de Janeiro e de São Paulo.

Entretanto, as convecções profundas ficaram restritas ao território fluminense. A incidência de elevados volumes pluviométricos sobre as baixadas litorâneas, capital e região serrana, principalmente durante os dias 05 e 09 de fevereiro de 1988, deixaram um saldo de 201 mortos. Em Petrópolis, 165 pessoas morreram soterradas e cerca de 4.000 ficaram desabrigadas devido aos temporais. Segundo informações de um documento enviado ao governo federal pela Empresa de Obras Públicas do Estado (EMOP), há 20 anos estava prevista a possibilidade de ocorrer grandes enchentes no município de Petrópolis (FOLHA DE S. PAULO, 1988, p. A-16).

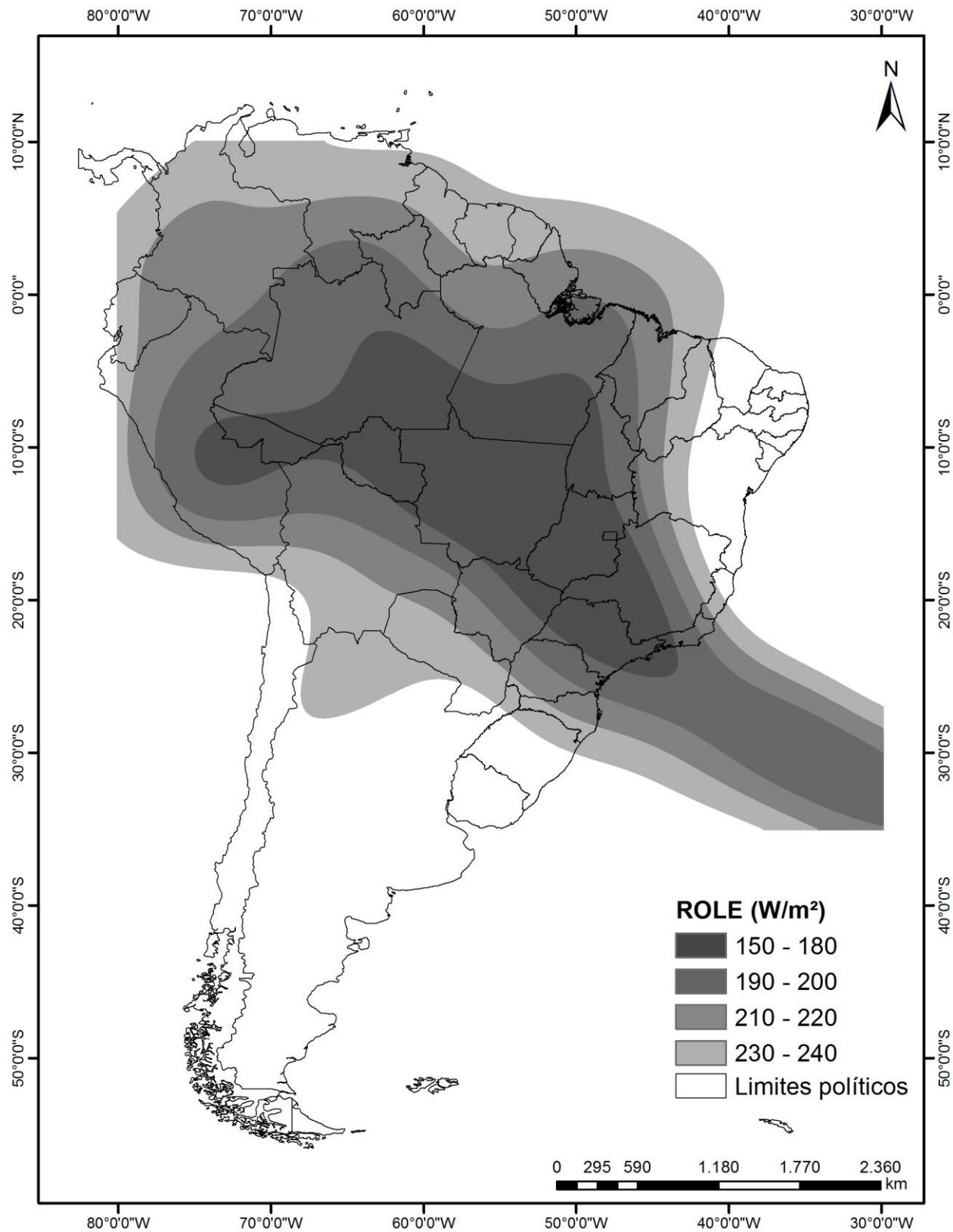


Figura 6.3.5. Campo médio de ROLE entre os dias 05 e 09/02/1988.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Figura 6.3.6 pode ser observada a distribuição espacial dos totais de precipitação pluviométrica registrados durante os cinco dias em que a ZCAS atuou sobre a região Sudeste do Brasil (entre 05 e 09 de fevereiro de 1988). A comparação entre as Figuras 6.3.5 e 6.3.6 indica forte associação entre baixos valores de ROLE (entre 150 e 180 W/m²) e elevados totais de chuva (superiores a 80 mm).

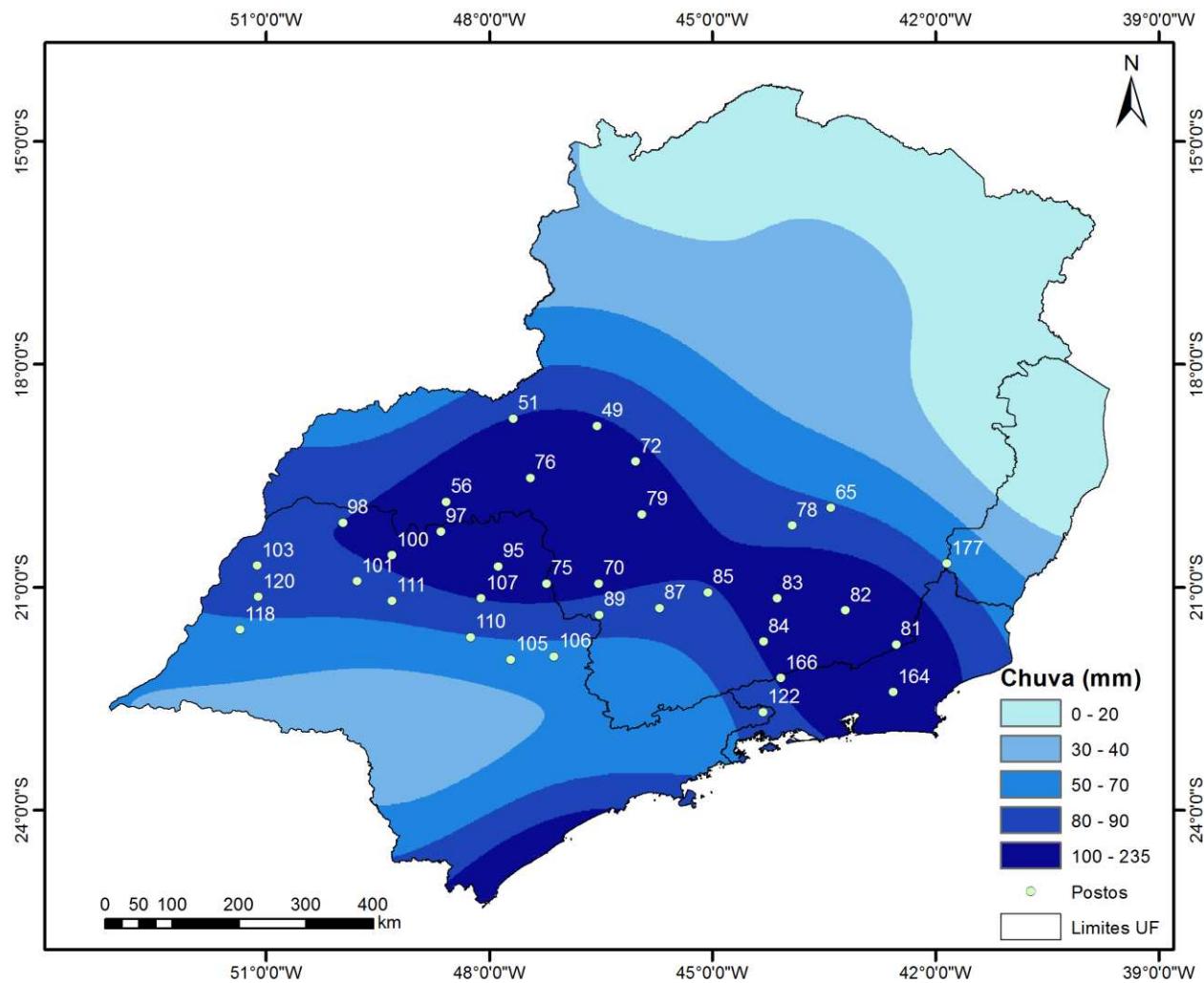


Figura 6.3.6. Isolinhas dos totais de chuva entre 05 e 09/02/1988.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Os maiores volumes de precipitação pluvial foram registrados nas seguintes mesorregiões: Triângulo Mineiro, Oeste, Sul/Sudeste de Minas, Campo das Vertentes, Zona da Mata, Central e Metropolitana de Belo Horizonte, (25, 27, 26, 33, 22, 32 e 30), Araçatuba, São José do Rio Preto, Ribeirão Preto, Litoral Sul Paulista e Metropolitana de São Paulo (21, 8, 9, 15,

12), Metropolitana do Rio de Janeiro, Baixadas, Centro, Norte e Noroeste Fluminense (4, 6, 5, 2 e 3) e Sul Espírito-Santense (34).

Na Tabela 6.3.1 estão destacados 33 postos pluviométricos cujos acumulados de chuva nestes cinco dias (entre 05 e 09 de fevereiro de 1988) superaram 80 mm. Os postos de Monte Alegre de Minas (56), Ibiá (70), Volta Grande (81), Tiradentes (83), Pereira Barreto (103) e Mirandópolis (120) registraram nestes dias mais de 50 % do total do mês de fevereiro de 1988.

Tabela 6.3.2. Totais de precipitação pluvial entre 05 e 09/02/1988.

Municípios	Nº	05/02	06/02	07/02	08/02	09/02	t. 5 dias	t. fev.88	%
Patos de Minas (MG)	49	33,2	9,0	60,0	48,4	0,0	150,6	323,6	47
Estrela do Sul (MG)	51	24,0	40,4	65,4	0,0	7,1	136,9	420,6	33
Monte Alegre de Minas (MG)	56	7,8	25,1	8,4	83,1	10,0	134,4	243,1	55
Santa Bárbara (MG)	65	27,0	12,4	53,2	19,0	5,4	117,0	379,1	31
Ibiá (MG)	70	95,0	27,8	21,4	7,7	69,6	221,5	398,6	56
São Gotardo (MG)	72	13,4	27,5	24,0	17,4	38,5	120,8	373,1	32
Sacramento (MG)	75	28,2	21,6	14,6	0,0	86,8	151,2	339,8	44
Santa Juliana (MG)	76	71,4	12,6	3,8	2,7	58,8	149,3	383,2	39
Nova Lima (MG)	78	9,3	9,2	26,2	57,2	4,1	106,0	380,1	28
Bambuí (MG)	79	9,7	19,0	22,0	19,6	68,0	138,3	294,1	47
Volta Grande (MG)	81	95,0	22,6	26,4	45,0	27,6	216,6	351,4	62
Rio Pomba (MG)	82	8,0	31,4	34,8	28,7	6,2	109,1	409,8	27
Tiradentes (MG)	83	11,9	12,3	9,1	85,9	59,5	178,7	272,3	66
Andrelândia (MG)	84	22,7	20,0	2,0	29,9	36,2	110,8	380,3	29
Conceição do Rio Verde (MG)	85	35,2	27,2	2,3	31,4	1,4	97,5	316,9	31
Guaxupé (MG)	87	16,9	47,3	2,5	1,8	14,2	82,7	225,3	37
Muzambinho (MG)	89	25,1	40,0	24,4	8,0	13,9	111,4	238,0	47
Orlândia (SP)	95	35,5	4,0	43,5	28,3	47,0	158,3	321,5	49
Colômbia (SP)	97	36,0	11,8	21,8	25,5	18,8	113,9	358,1	32
Cardoso (SP)	98	2,2	53,1	27,2	15,2	6,2	103,9	238,7	44
Onda Verde (SP)	100	0,0	61,7	28,1	19,8	30,0	139,6	284,6	49
Nipoã (SP)	101	0,0	3,6	61,5	1,3	52,2	118,6	234,6	51
Pereira Barreto (SP)	103	45,6	28,4	37,3	27,8	0,0	139,1	244,8	57
Descalvado (SP)	105	38,5	7,8	19,3	7,3	9,2	82,1	256,0	32
Casa Branca (SP)	106	5,9	93,6	3,4	5,9	6,8	115,6	362,5	32
Sertãozinho (SP)	107	4,2	53,4	29,6	33,8	14,3	135,3	506,9	27
Araraquara (SP)	110	0,0	59,7	11,2	12,5	16,2	99,6	230,2	43
Urupês (SP)	111	2,5	38,4	24,3	9,8	37,6	112,6	238,0	47
Irapuru (SP)	118	20,0	1,8	11,2	56,1	1,1	90,2	309,9	29
Mirandópolis (SP)	120	21,5	24,7	25,5	19,2	11,4	102,3	188,5	54
Silva Jardim (RJ)	164	11,8	90,0	15,4	12,4	10,0	139,6	727,4	19
Valença (RJ)	166	9,9	17,2	0,0	80,0	47,0	154,1	531,9	29
Mimoso do Sul (ES)	177	16,0	10,0	22,6	18,0	21,0	87,6	205,8	43

Nº =Número do posto pluviométrico;

t. 5 dias = Total de precipitação pluvial (mm) entre 05 e 09 de fevereiro de 1988;

t. fev.88 = Total de precipitação pluvial (mm) no mês de fevereiro de 1988;

% = Total durante a ocorrência da ZCAS em relação ao total de fevereiro de 1988.

Entre 1990 e 1999 ocorreram 16 episódios de ZCAS. Nas Figuras 6.3.7 e 6.3.8 estão representados os saldos dos 10 mais significativos. Em comparação com a década passada houve redução no número de vítimas fatais em todos os estados. Entretanto, o total de pessoas que perderam ou abandonaram suas casas permaneceram superiores, especialmente em Minas Gerais (MG) e no Rio de Janeiro (RJ). Através da análise da Figura 6.3.7 pode-se inferir que a presença das bandas convectivas sobre a área de estudo foi mais efetiva durante os meses de janeiro (cinco episódios), quando foram registradas 243 mortes (aproximadamente 55 % do total deste decênio). Destas, 114 (26 %) ocorreram apenas no episódio de 1997.

As Figuras 6.3.7 e 6.3.8 reiteram a magnitude dos episódios dos meses de janeiro. Nos quais 182.514 flagelados (77 %) foram contabilizados. Os estados que apresentaram os maiores números deste período foram MG (129.695) e RJ (67.727).

Os maiores números de vítimas fatais e de desalojados foram observados nos episódios de 1991 e 1997, quando as faixas de nebulosidade convectiva permaneceram semiestacionárias sobre toda a área de estudo.

A configuração da ZCAS entre os dias 10 e 18 de janeiro de 1991 (Figura 6.3.9) contribuiu para formação de nuvens convectivas sobre uma ampla área do continente sul americano, desde o leste do Peru até o litoral dos estados do Rio de Janeiro e do Espírito Santo (valores de ROLE inferiores a 200 W/m^2). As precipitações sobre as capitais de São Paulo (SP) e de Minas Gerais (MG) foram as maiores registradas durante os meses de janeiro dos últimos 60 e 50 anos, respectivamente. De acordo com dados do 7º Distrito de Meteorologia, “[...] os pluviômetros do mirante de Santana (zona norte de SP) registraram 106 mm de chuvas num período de 24 horas” (FOLHA DE S. PAULO, 1991a, p. C1).

Em Minas Gerais, as pluviosidades que incidiram sobre a Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), Vale do rio Doce, Zona da Mata e Sul/Sudeste de Minas, por mais de uma semana, provocaram 27 mortes e desalojaram, aproximadamente, trinta mil pessoas. As cidades de Passa Quatro, Itamonte e Itanhandu decretaram estado de calamidade pública. “[...] Em Itajubá, o centro comercial foi inundado pelo rio Sapucaí e oito mil pessoas ficaram desabrigadas” (O ESTADO DE S. PAULO, 1991, p. 20). A Região Serrana do Rio voltou a registrar elevados volumes pluviométricos três anos depois. No dia 17 de janeiro (quinta-feira) 21 pessoas morreram e outras 450 ficaram desabrigadas nos municípios de Nova Friburgo, Petrópolis e Teresópolis (FOLHA DE S. PAULO, 1991b, p. C1).

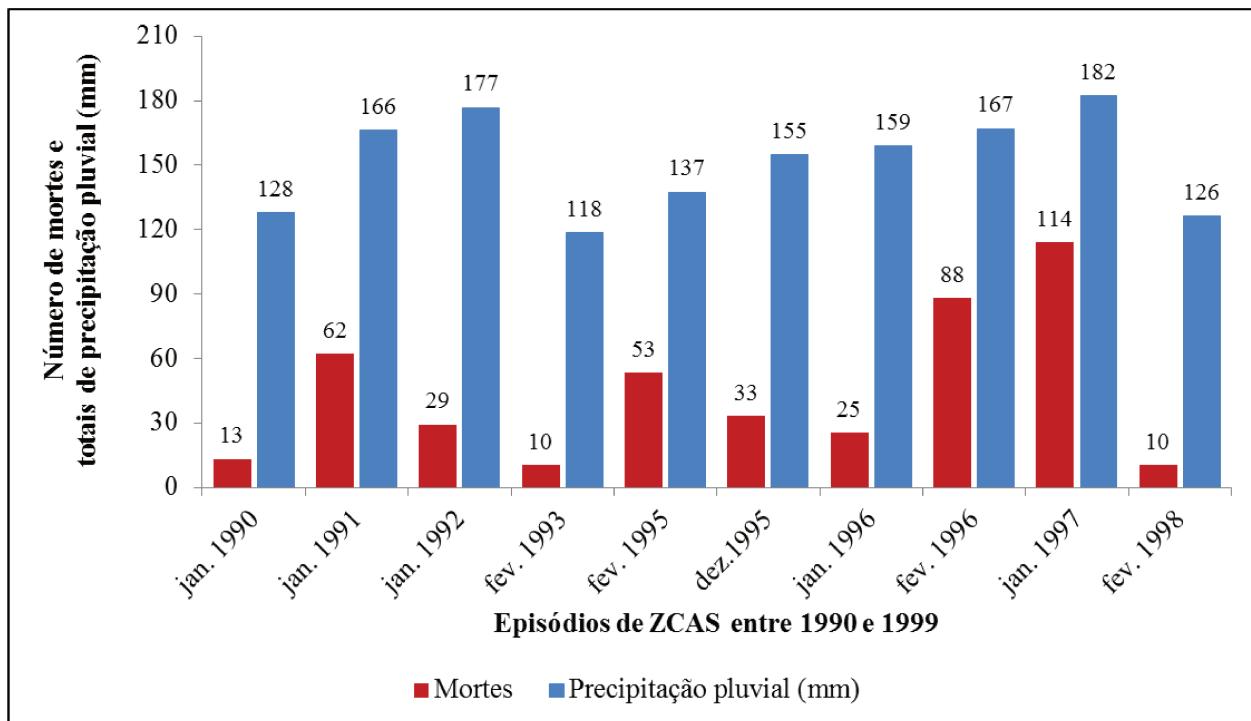


Figura 6.3.7. Número de mortes e totais de precipitação pluvial entre 1990 e 1999.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

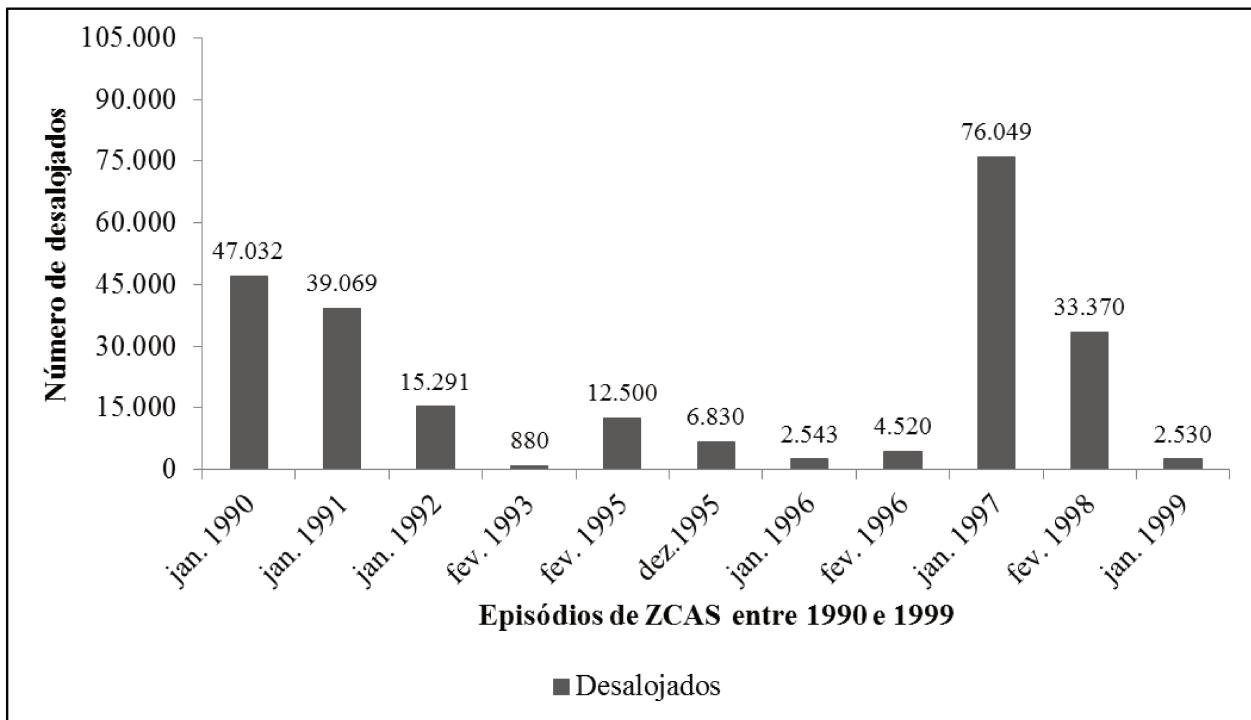


Figura 6.3.8. Número de desalojados entre 1990 e 1999.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

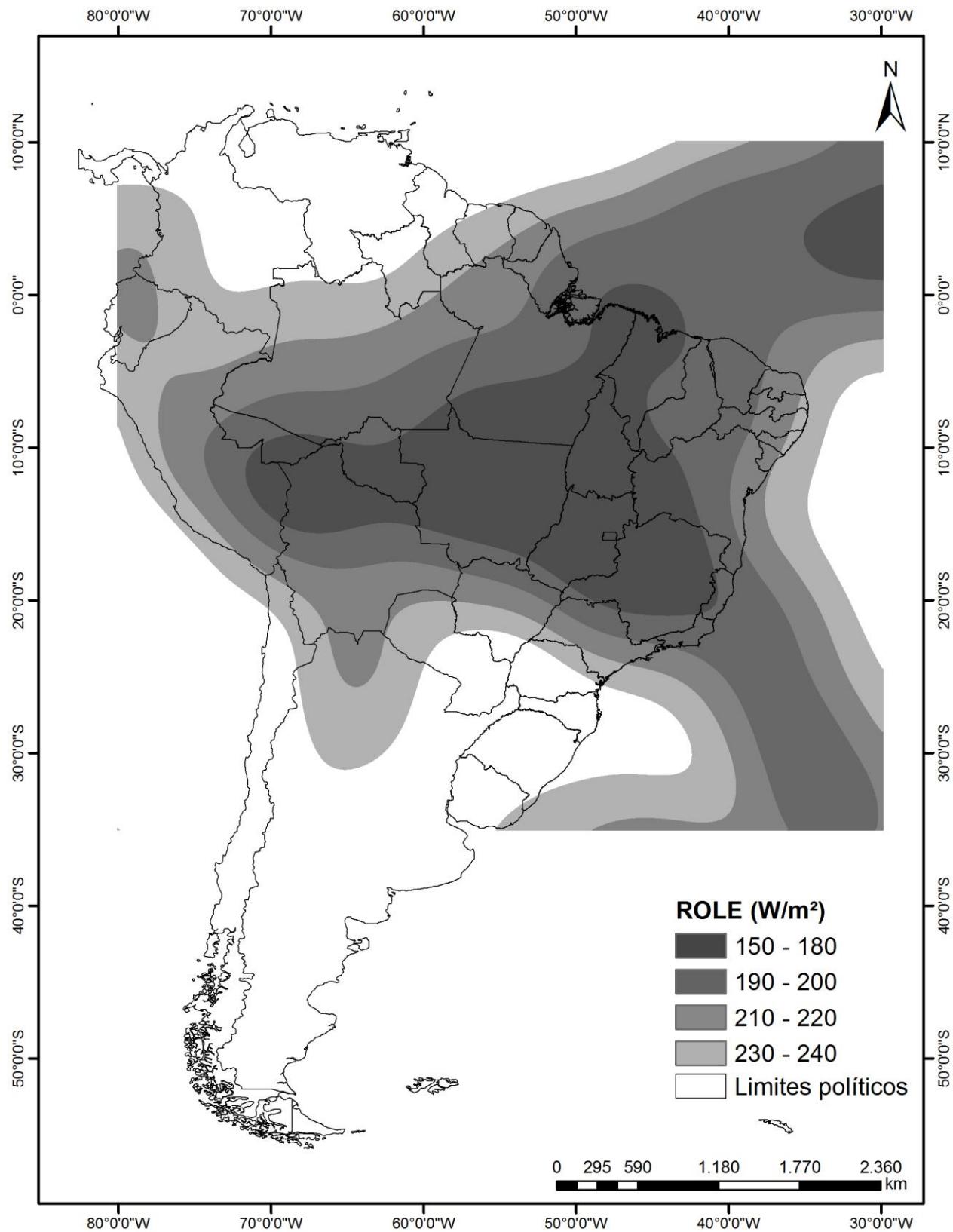


Figura 6.3.9. Campo médio de ROLE entre 10 e 18/01/1991.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Figura 6.3.10 está representada a distribuição espacial dos totais de precipitação pluviométrica registrados durante os nove dias em que a ZCAS atuou sobre a região Sudeste do Brasil (entre 10 e 18 de janeiro de 1991). As Figuras 6.3.9 e 6.3.10 indicam forte associação entre baixos valores de ROLE (inferiores a 180 W/m^2) e elevados totais de chuva (superiores a 140 mm).

Os maiores volumes de precipitação podem ser observados nas seguintes mesorregiões: Triângulo Mineiro, Central, Metropolitana de Belo Horizonte, Oeste, Sul/Sudeste de Minas, Campo das Vertentes, Zona da Mata e Vale do rio Doce (25, 32, 30, 27, 26, 33, 22 e 23), Vale do Paraíba Paulista (7), Sul Fluminense, Metropolitana do Rio de Janeiro, Baixadas, Centro, Noroeste e Norte Fluminense (1, 4, 6, 5, 2 e 3) e Sul Espírito-Santense (34).

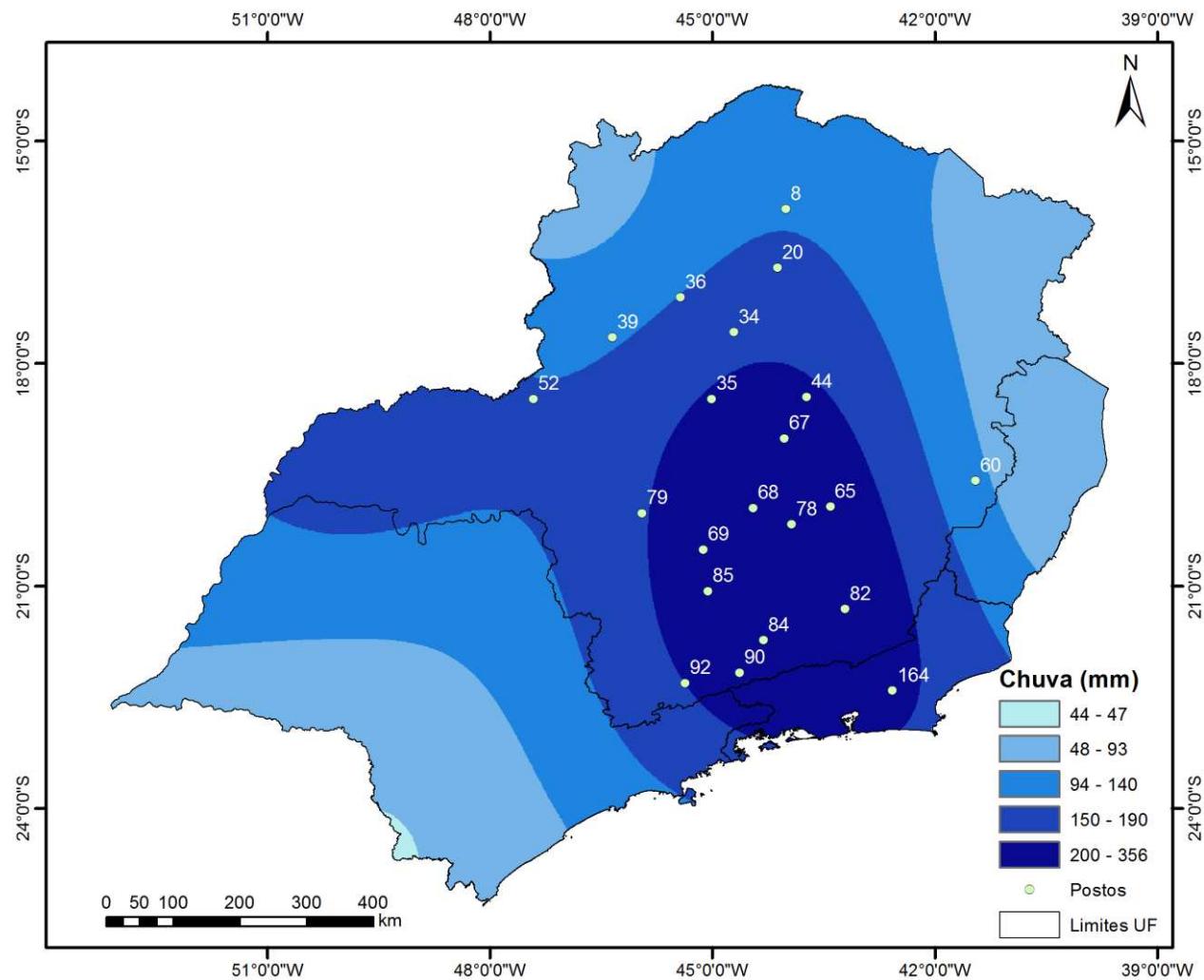


Figura 6.3.10. Isolinhas dos totais de chuva entre 10 e 18/01/1991.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Tabela 6.3.3 estão destacados 21 postos pluviométricos cujos acumulados de chuva superaram 90 mm nos cinco primeiros dias de atuação da ZCAS (12 a 16 de janeiro de 1991). Os postos de Montes Claros (20), Conceição do Rio Verde (85), Alagoa (90) e Maria da Fé (92) registraram nestes primeiros dias da ZCAS mais de 50 % do total de janeiro de 1991.

Tabela 6.3.3. Totais de precipitação pluvial entre 12 e 16/01/1991.

Municípios	Nº	12/01	13/01	14/01	15/01	16/01	t. 5 dias	t. jan.91	%
São João da Ponte (MG)	8	13,1	35,3	30,0	30,0	6,3	114,7	319,6	36
Montes Claros (MG)	20	98,8	0,0	4,2	39,8	0,0	142,8	263,8	54
Várzea da Palma (MG)	34	21,8	28,8	19,7	19,6	27,5	117,4	372,5	32
Lassance (MG)	35	33,2	45,2	13,3	22,3	61,1	175,1	516,7	34
Buritizeiro (MG)	36	36,5	16,0	49,3	8,0	15,2	125,0	349,6	36
João Pinheiro (MG)	39	7,3	10,0	61,1	18,3	37,1	133,8	287,1	47
Gouvéia (MG)	44	39,1	15,3	15,1	5,4	24,9	99,8	333,2	30
Abadia dos Dourados (MG)	52	28,2	10,0	55,2	24,2	11,0	128,6	296,9	43
Pocrane (MG)	60	37,1	10,0	0,0	50,0	9,0	106,1	259,3	41
Santa Bárbara (MG)	65	43,0	17,3	30,0	52,0	4,0	146,3	394,6	37
Santana de Pirapama (MG)	67	35,9	39,1	9,1	33,5	23,5	141,1	440,4	32
Mateus Leme (MG)	68	52,0	50,0	9,2	56,0	51,4	218,6	620,0	35
Bom Despacho (MG)	69	41,0	50,0	3,4	43,0	55,2	192,6	518,9	37
Nova Lima (MG)	78	65,2	49,2	11,2	46,1	37,8	209,5	664,5	32
Bambuí (MG)	79	0,0	99,8	39,5	20,0	3,5	162,8	498,5	33
Rio Pomba (MG)	82	26,7	92,6	6,8	20,0	15,8	161,9	651,3	25
Andrelândia (MG)	84	68,0	57,0	11,4	44,2	44,8	225,4	463,8	49
Conceição do Rio Verde (MG)	85	114,1	8,4	5,2	13,1	96,4	237,2	396,5	60
Alagoa (MG)	90	53,4	3,2	33,0	44,0	97,2	230,8	431,9	53
Maria da Fé (MG)	92	0,0	42,0	0,0	42,2	117,0	201,2	303,4	66
Silva Jardim (RJ)	164	14,4	55,8	12,4	10,0	18,2	110,8	493,2	22

Nº = número do posto pluviométrico;

t. 5 dias = Total de precipitação pluvial (mm) durante a ocorrência da ZCAS entre 12 e 16/01/1991;

t. jan.91 = Total de precipitação pluvial (mm) no mês de janeiro de 1991;

% = Total durante a ocorrência da ZCAS em relação ao total de janeiro de 1991.

Em janeiro de 1997 a ZCAS atuou em dois períodos: de 02 a 08/01 (retratado na Figura 6.3.11) e de 20 a 29/01/1997. Segundo o Climanálise (1997), foram observadas anomalias positivas de precipitação pluvial sobre o norte do estado de São Paulo e sudeste de Minas Gerais, com valores de até 200 mm acima da média climatológica. Essa elevação dos volumes pluviométricos é resultado da intensa atividade convectiva (ROLE inferior a 220 W/m²). Foi a maior chuva na capital mineira desde 1978. Até às 10h do domingo (05/01/1997) em Belo Horizonte havia chovido 355 mm, sendo que a média pluviométrica em janeiro é de 290 mm (FOLHA DE S. PAULO, 1997, p. 3-1).

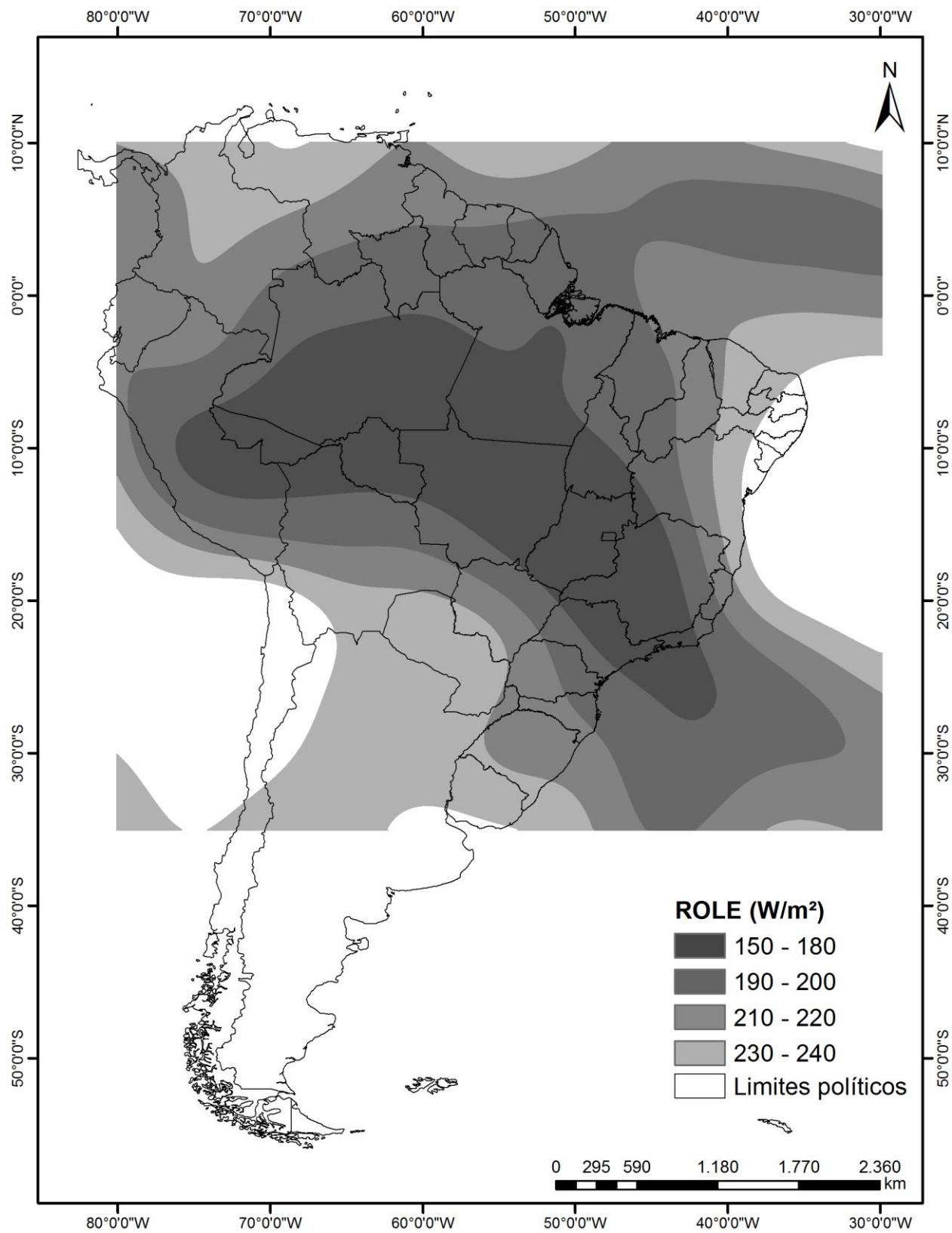


Figura 6.3.11. Campo médio de ROLE entre 02 e 08/01/1997.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Ao término desta primeira manifestação o estado de MG registrou 76 mortes, 42.807 desabrigados e 4.844 ilhados, 179 municípios atingidos, 541 desabamentos e 15.992 residências alagadas ou atingidas por soterramentos. Já no estado do Rio de Janeiro cerca de 16.420 pessoas estavam desabrigadas, segundo a Defesa Civil.

Na Figura 6.3.12 está representada a distribuição espacial dos totais de precipitação pluviométrica registrados durante os sete dias em que a ZCAS atuou sobre a região Sudeste do Brasil (entre 02 e 08 de janeiro de 1997). As Figuras 6.3.11 e 6.3.12 demonstram a existência de forte associação entre baixos valores de ROLE (inferiores a 200 W/m²) e elevados totais de chuva (superiores a 120 mm).

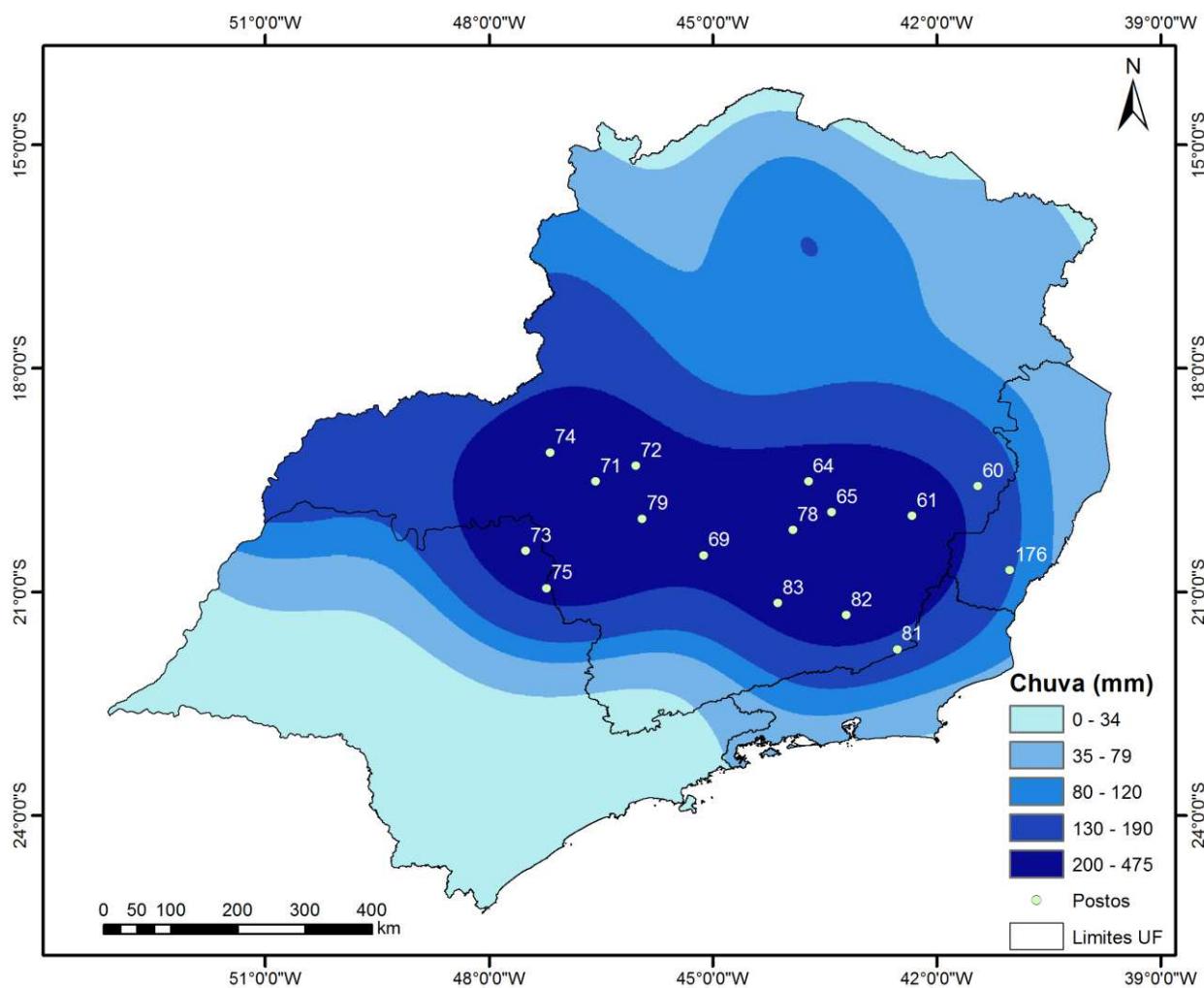


Figura 6.3.12. Isolinhas dos totais de chuva entre 02 e 08/01/1997.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Os maiores volumes de precipitação pluvial se concentraram nas seguintes mesorregiões: Triângulo, Central, Metropolitana de Belo Horizonte, Oeste de Minas, Campo das Vertentes, Zona da Mata e Vale do rio Doce (25, 32, 30, 27, 33, 22 e 23), Ribeirão Preto (9), Centro e Noroeste Fluminense (5 e 3), Sul e Central Espírito-Santense (34 e 37).

Na Tabela 6.3.4 estão destacados 16 postos pluviométricos cujos acumulados de chuva superaram mais de 50 % do total de janeiro de 1997 nos cinco primeiros dias de atuação da ZCAS (02 a 06). O posto de Raul Soares (61) registrou 88 % do total do mês.

Tabela 6.3.4. Totais de precipitação pluvial entre 02 e 06/01/1997.

Municípios	Nº	02/01	03/01	04/01	05/01	06/01	t. 5 dias	t. jan.97	%
Pocrane (MG)	60	61,0	26,4	20,0	32,0	1,2	140,6	220,5	64
Raul Soares (MG)	61	44,2	72,4	127,2	60,0	65,8	369,6	418,4	88
Jaboticatubas (MG)	64	36,0	35,0	103,6	56,0	76,8	307,4	458,8	67
Santa Bárbara (MG)	65	99,2	103,7	55,0	78,6	0,0	336,5	518,3	65
Bom Despacho (MG)	69	35,4	60,0	83,6	6,0	14,8	199,8	369,9	54
Ibiá (MG)	71	19,4	123,6	94,6	8,6	24,2	270,4	533,0	51
São Gotardo (MG)	72	7,0	71,0	115,4	18,4	29,6	241,4	473,4	51
Santa Juliana (MG)	73	25,5	38,3	49,3	15,5	61,6	190,2	343,7	55
Patrocínio (MG)	74	44,6	61,2	92,6	10,0	16,1	224,5	315,5	71
Sacramento (MG)	75	80,2	144,4	68,2	40,0	17,1	349,9	597,6	59
Nova Lima (MG)	78	83,2	148,2	138,6	34,6	38,2	442,8	587,9	75
Bambuí (MG)	79	44,9	133,7	47,5	21,5	28,6	276,2	550,3	50
Volta Grande (MG)	81	25,1	20,0	32,0	7,3	77,5	161,9	288,1	56
Rio Pomba (MG)	82	60,0	54,0	52,2	5,8	72,2	244,2	444,3	55
Tiradentes (MG)	83	26,0	108,9	51,8	25,0	12,4	224,1	352,7	64
Cachoeiro do Itapemirim (ES)	176	36,8	38,4	46,0	9,0	3,0	133,2	228,8	58

Nº = número do posto pluviométrico;

t. 5 dias = Total de precipitação pluvial (mm) durante a ocorrência da ZCAS entre 02 e 06/01/1997;

t. jan.97 = Total de precipitação pluvial (mm) no mês de janeiro de 1997;

% = Total durante a ocorrência da ZCAS em relação ao total de janeiro de 1997.

No segundo episódio de ZCAS (20 a 29/01/97) as faixas de nebulosidade convectiva abrangeram uma ampla área do território brasileiro, desde o oeste da Amazônia até o nordeste de Santa Catarina. Através da imagem GOES-8 (Figura 6.3.13) pode-se observar o predomínio dos processos convectivos mais ao sul da região Sudeste, nos limites entre os estados de São Paulo (SP) e Paraná (PR). Em consequência da atuação das ZCAS entre os dias 20 e 24 (Figuras 6.3.13 e 6.3.14), a elevação dos volumes pluviométricos provocou a pior enchente dos últimos 50 anos no Vale do Ribeira. “Em alguns pontos, o rio Ribeira do Iguape subiu 14,5 metros, como na cidade de Eldorado, a mais prejudicada pelas chuvas” (GENTILE, 1997, p. 3-6).

Ao final desta segunda manifestação foram registrados 18 mortos, 15.269 desabrigados e 21 feridos (no estado de SP); 83 mortos, 12.853 desabrigados e R\$ 40 milhões de prejuízo (no estado de MG) e sete mortos no estado do Paraná.

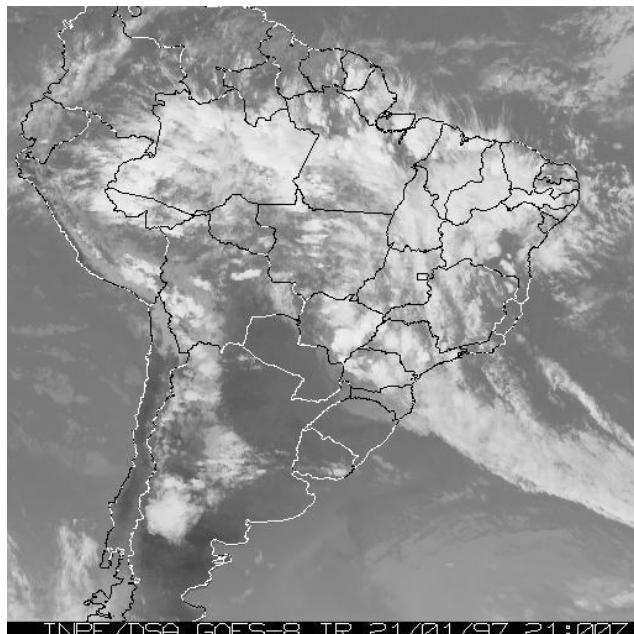


Figura 6.3.13. Organização da ZCAS em 21/01/97.

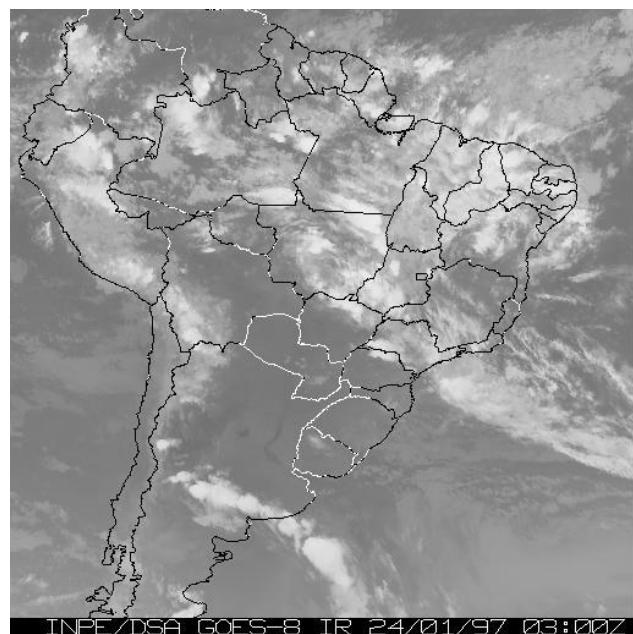


Figura 6.3.14. Dissipação da ZCAS em 24/01/97.

Entre 2000 e 2010 ocorreram 23 episódios de ZCAS. Nas Figuras 6.3.15 e 6.3.16 estão representados os saldos dos 16 mais expressivos. Em comparação com as décadas passadas houve aumento significativo, em todos os estados, tanto do número de vítimas fatais quanto de desalojados. O caso ocorrido em janeiro de 2011 na região serrana, denominado pelo Serviço Geológico do Rio de Janeiro de “megadesastre da serra” (SPINELLI, 2011, p. C4), foi classificado como o maior desastre natural do país nos últimos 46 anos e teve ampla divulgação tanto na mídia nacional quanto na internacional. Esta década também foi caracterizada pelo maior número de configurações da ZCAS em um mesmo mês.

A análise das Figuras 6.3.15 e 6.3.16 demonstra que os estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais novamente foram os mais atingidos pelas precipitações pluviais. Ambos apresentaram, respectivamente, os maiores registros de mortes (1.344) e de desabrigados (235.872). Pode-se inferir através da análise das Figuras 6.3.15 e 6.3.16 que a presença das bandas convectivas sobre a área de estudo foi muito efetiva tanto nos meses de dezembro (oito episódios) quanto nos de janeiro (sete episódios).

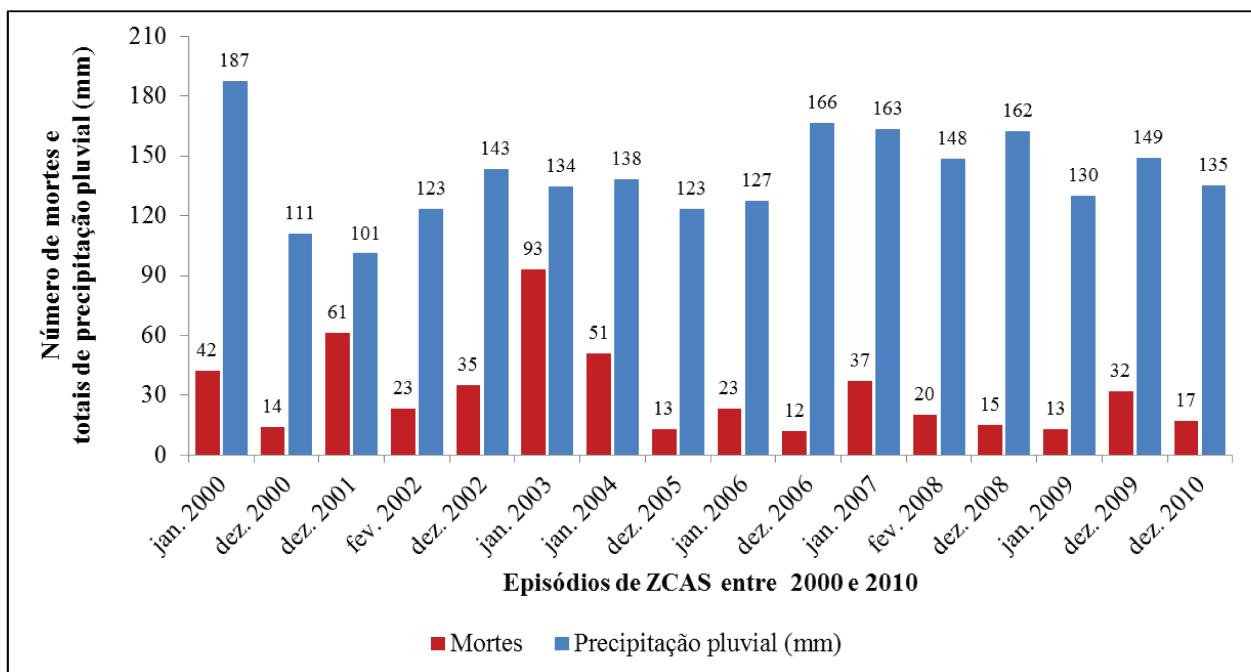


Figura 6.3.15. Número de mortes e totais de precipitação pluvial entre 2000 e 2010.

Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

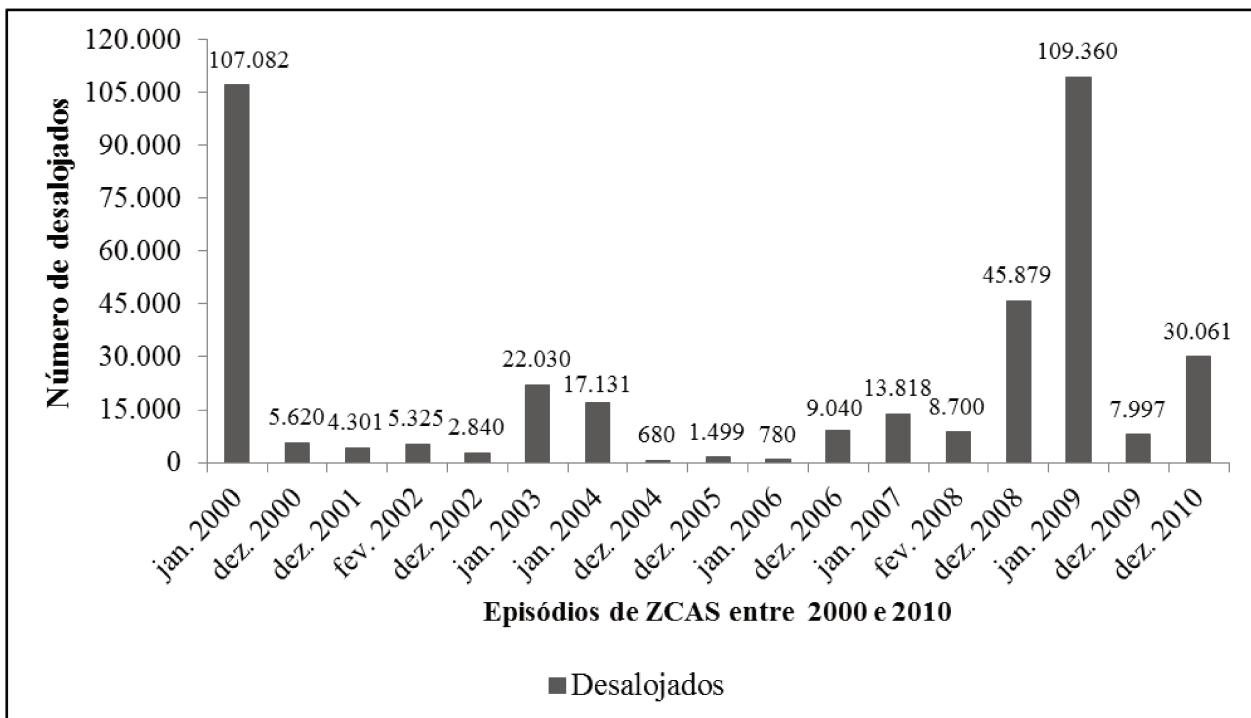


Figura 6.3.16. Número de desalojados entre 2000 e 2010.

Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

A atuação da ZCAS entre os dias 10 e 20 de janeiro de 2004 (segunda neste mês) contribuiu para intensificar as chuvas nas regiões Norte, Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste do Brasil. Na Figura 6.3.17 pode ser observado um núcleo de intensa atividade convectiva (valores de ROLE inferiores a 180 W/m^2) que se estende desde o sudoeste do Amazonas até o oceano Atlântico pelos litorais da Bahia e do Espírito Santo. Durante a primeira quinzena de janeiro a atuação “[...] dos sistemas frontais, a configuração de três episódios de ZCAS e o desenvolvimento de áreas de instabilidade favoreceram chuvas em praticamente toda a região Sudeste” (CLIMANÁLISE, 2004, p. 11).

Nos treze primeiros dias do ano as precipitações pluviais “[...] deixaram um saldo de 30 mortes: 13 em São Paulo, nove em Minas Gerais e oito no Espírito Santo” (GUIMARÃES e CHAVES, 2004, p. C6). Três dias depois foram registradas mais 11 vítimas no Rio de Janeiro, onde as situações mais graves ocorreram no norte do estado (município de Santo Antônio de Pádua) e no distrito de Xerém, em Duque de Caxias (Baixada Fluminense). Duas mulheres, um homem e um menino morreram arrastados pela correnteza do rio Pomba, que transbordou em Santo Antônio de Pádua. Já em Xerém, um deslizamento de encosta soterrou um homem e suas duas filhas. “[...] Só na capital, já choveu desde o início do ano 344 mm [...], 56 % a mais do que os 220 mm previstos para todo o mês” (FOLHA DE S. PAULO, 2004a, p. C6).

Várias cidades do nordeste do país também enfrentaram problemas por causa das chuvas. Em Teresina, a Federação das Associações de Moradores do Piauí (FAMEPI) estimou em 10.000 o número de casas que estavam sob o risco de desabamento ou deslizamento. Segundo Capella et al. (2004, p. C6) são “[...] moradias feitas de taipa e palha, assentadas em áreas de risco em favelas”.

Ao final dos três episódios de ZCAS, o estado de São Paulo apresentou 16 vítimas fatais, 21 feridos, 1.227 desabrigados e cerca 1.500 desalojados em 76 municípios atingidos (destes 14 decretaram estado de emergência e um estado de calamidade pública). Na “[...] última Operação Verão, realizada pela Defesa Civil entre dezembro de 2002 e março de 2003, as chuvas foram responsáveis por 35 mortes, 54 feridos e 3.699 desabrigados nos 129 municípios atingidos” (FOLHA DE S. PAULO, 2004b, p. C4). Desde dezembro de 2003 ocorreram 66 mortes e 54 mil pessoas foram afetadas em consequência das precipitações. Ao todo 15.053 pessoas estavam desabrigadas, 38.750 desalojadas, 20.751 casas foram danificadas e outras 2.498 destruídas (FOLHA DE S. PAULO, 2004c, p. C4).

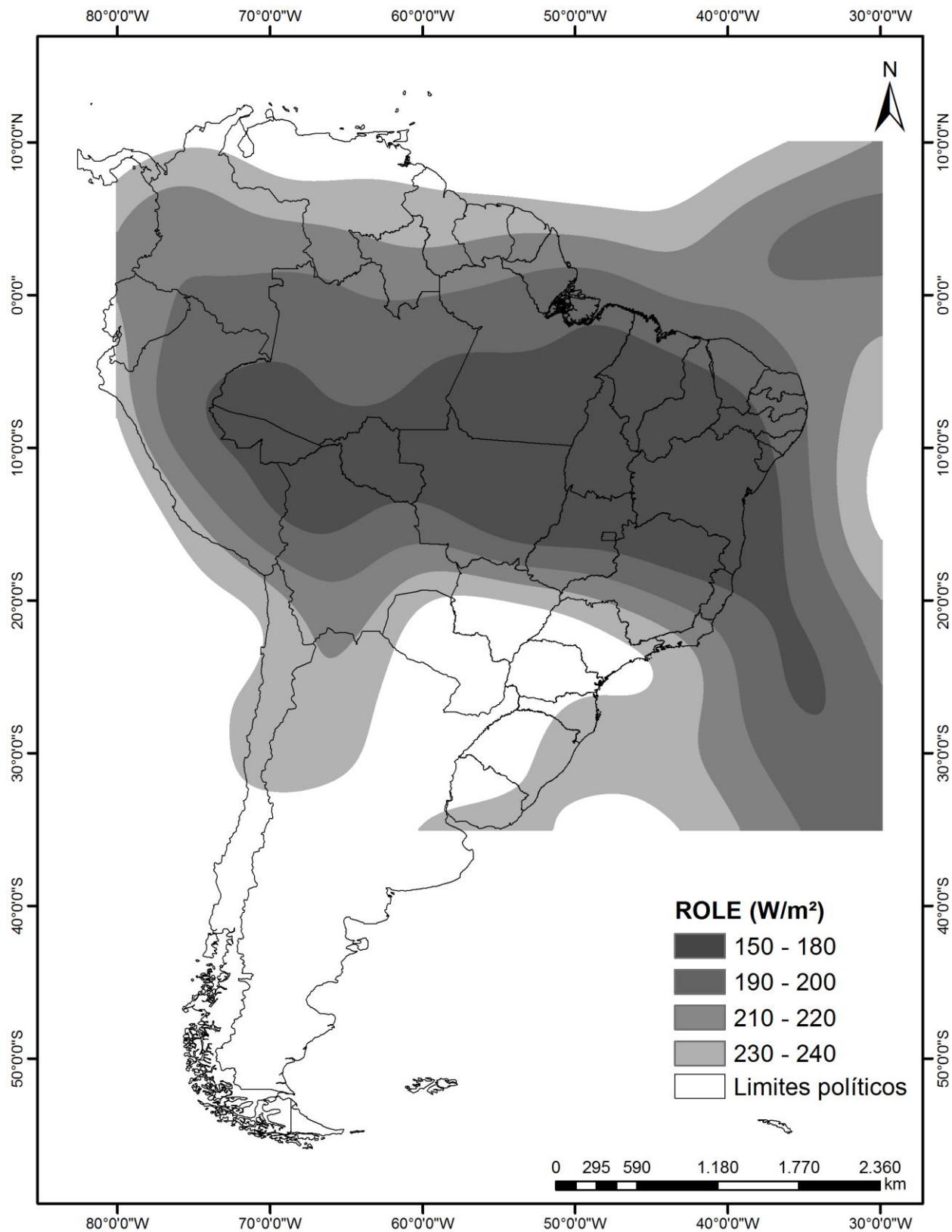


Figura 6.3.17. Campo médio de ROLE entre os dias 10 e 20/01/2004.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Figura 6.3.18 está representada a distribuição espacial dos totais de precipitação pluviométrica registrados durante os onze dias em que a ZCAS atuou sobre a região Sudeste do Brasil (entre 10 e 20 de janeiro de 2004). A análise das Figuras 6.3.17 e 6.3.18 permite identificar forte associação entre baixos valores de ROLE (inferiores a 200 W/m²) e elevados totais de chuva (superiores a 90 mm).

Os maiores volumes de precipitação foram observados nas seguintes mesorregiões: Noroeste, Norte de Minas, Jequitinhonha, Metropolitana de Belo Horizonte, Zona da Mata, Vale do rio Doce e Vale do Mucuri (29, 28, 31, 30, 22, 23 e 24), Noroeste e Norte Fluminense (3 e 2), Sul, Central, Noroeste e Litoral Norte Espírito-Santense (34, 37, 35 e 36).

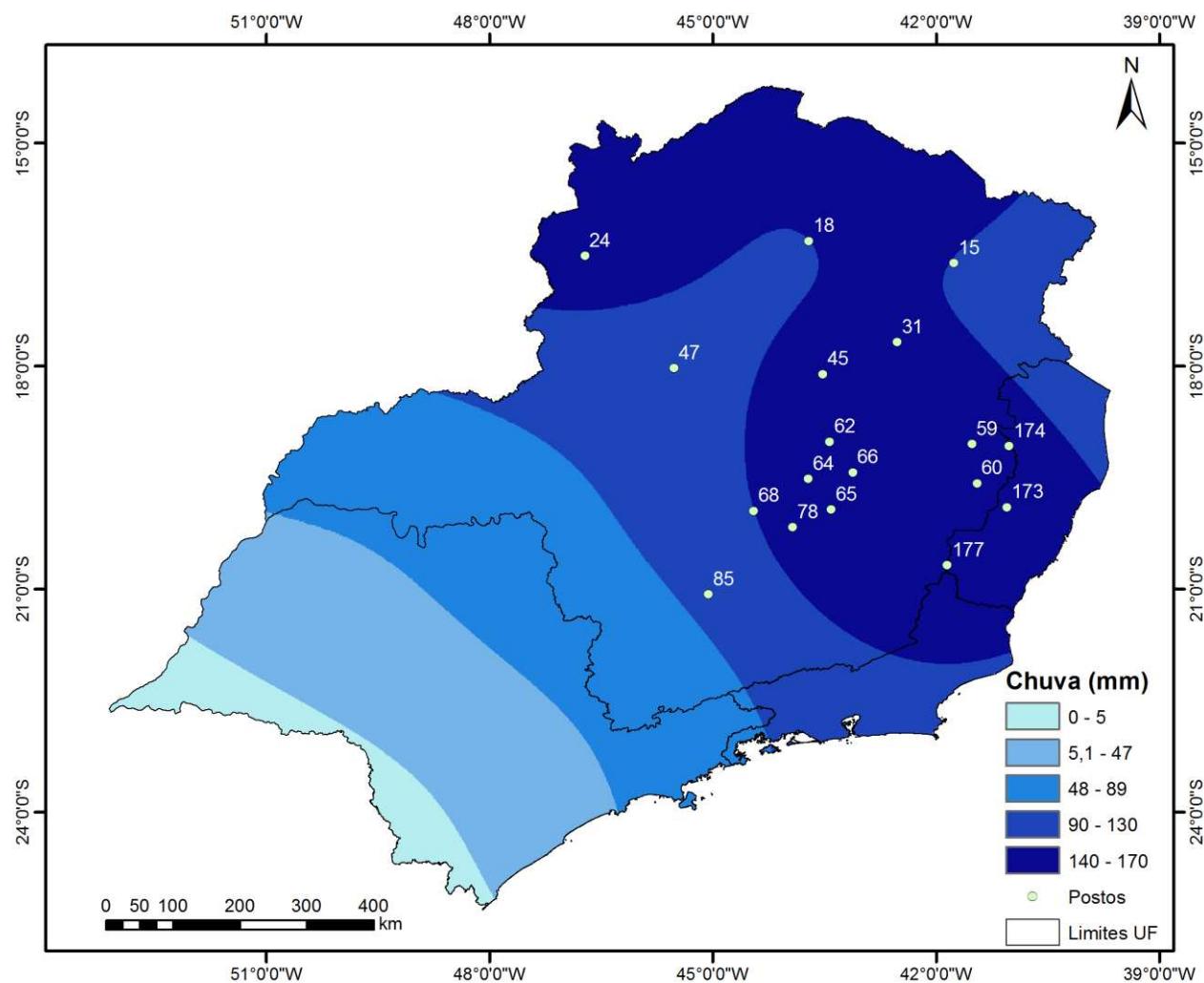


Figura 6.3.18. Isolinhas dos totais de chuva entre 10 e 20/01/2004.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Tabela 6.3.5 estão destacados 18 postos pluviométricos cujos acumulados de chuva superaram 95 mm nos cinco primeiros dias de atuação da ZCAS (10 a 14 de janeiro de 2004). Os postos de Pocrane (60), Conceição do Rio Verde (85) e São Gonçalo do Abaeté (47) registraram mais de 50 % dos totais de precipitação pluvial do mês nesta pêntada.

Tabela 6.3.5. Totais de precipitação pluvial entre 10 e 14/01/2004.

Municípios	Nº	10/01	11/01	12/01	13/01	14/01	t. 5 dias	t.jan.04	%
Itinga (MG)	15	48,6	2,8	0,0	24,8	34,8	111,0	276,6	40
Capitão Enéas (MG)	18	1,5	65,5	1,5	9,5	56,0	134,0	330,5	41
Unaí (MG)	24	43,8	2,4	70,0	9,5	22,7	148,4	531,4	28
Capelinha (MG)	31	32,3	3,8	0,0	58,8	12,7	107,6	305,3	35
Diamantina (MG)	45	4,4	66,8	2,3	15,1	32,3	120,9	278,6	43
São Gonçalo do Abaeté (MG)	47	2,4	4,4	90,0	49,6	33,5	179,9	343,1	52
Conselheiro Pena (MG)	59	35,4	0,0	40,0	11,7	14,4	101,5	212,6	48
Pocrane (MG)	60	43,6	23,2	59,4	53,6	145,0	324,8	426,0	76
Conceição do Mato Dentro (MG)	62	45,2	35,0	12,8	27,0	9,0	129,0	317,3	41
Jaboticatubas (MG)	64	37,2	16,5	11,3	85,3	25,8	176,1	356,7	49
Santa Bárbara (MG)	65	44,3	2,1	60,0	46,6	0,0	153,0	483,6	32
Santa Maria de Itabira (MG)	66	60,0	13,5	91,9	0,0	0,0	165,4	375,7	44
Mateus Leme (MG)	68	68,3	14,0	12,1	33,2	8,6	136,2	348,7	39
Nova Lima (MG)	78	63,1	11,5	3,2	28,5	56,6	162,9	381,6	43
Conceição do Rio Verde (MG)	85	54,2	0,0	6,4	0,0	40,0	100,6	155,8	65
Afonso Cláudio (ES)	173	28,4	31,5	38,3	18,2	21,6	138,0	277,3	50
Pancas (ES)	174	6,2	3,4	37,0	37,1	13,5	97,2	205,7	47
Mimoso do Sul (ES)	177	11,2	16,8	27,2	60,0	0,0	115,2	270,2	43

Nº = número do posto pluviométrico;

t. 5 dias = Total de precipitação pluvial (mm) durante a ocorrência da ZCAS entre 10 e 14/01/2004;

t. jan.04 = Total de precipitação pluvial (mm) no mês de janeiro de 2004;

% = Total durante a ocorrência da ZCAS em relação ao total de janeiro de 2004.

A configuração da ZCAS entre 04 e 08 de dezembro de 2009 (Figura 6.3.19) favoreceu a formação de nuvens convectivas (valores de ROLE inferiores a 210 W/m²) desde o sul da Colômbia até o oceano Atlântico pelo litoral do Espírito Santo. A associação entre os sistemas frontais e a convecção térmica gerou intensas precipitações pluviométricas que incidiram inicialmente sobre o sul da área de estudo (principalmente sobre Grande São Paulo e região Metropolitana de Campinas). No sábado (05/12/2009), um sistema frontal que atuou no sul do Rio Grande do Sul chegou a Campos dos Goytacazes (litoral do Rio de Janeiro) e alinhou-se com a região de convergência de umidade que se formou entre o Centro-Oeste e Sudeste (CLIMANÁLISE, 2009, p. 14).

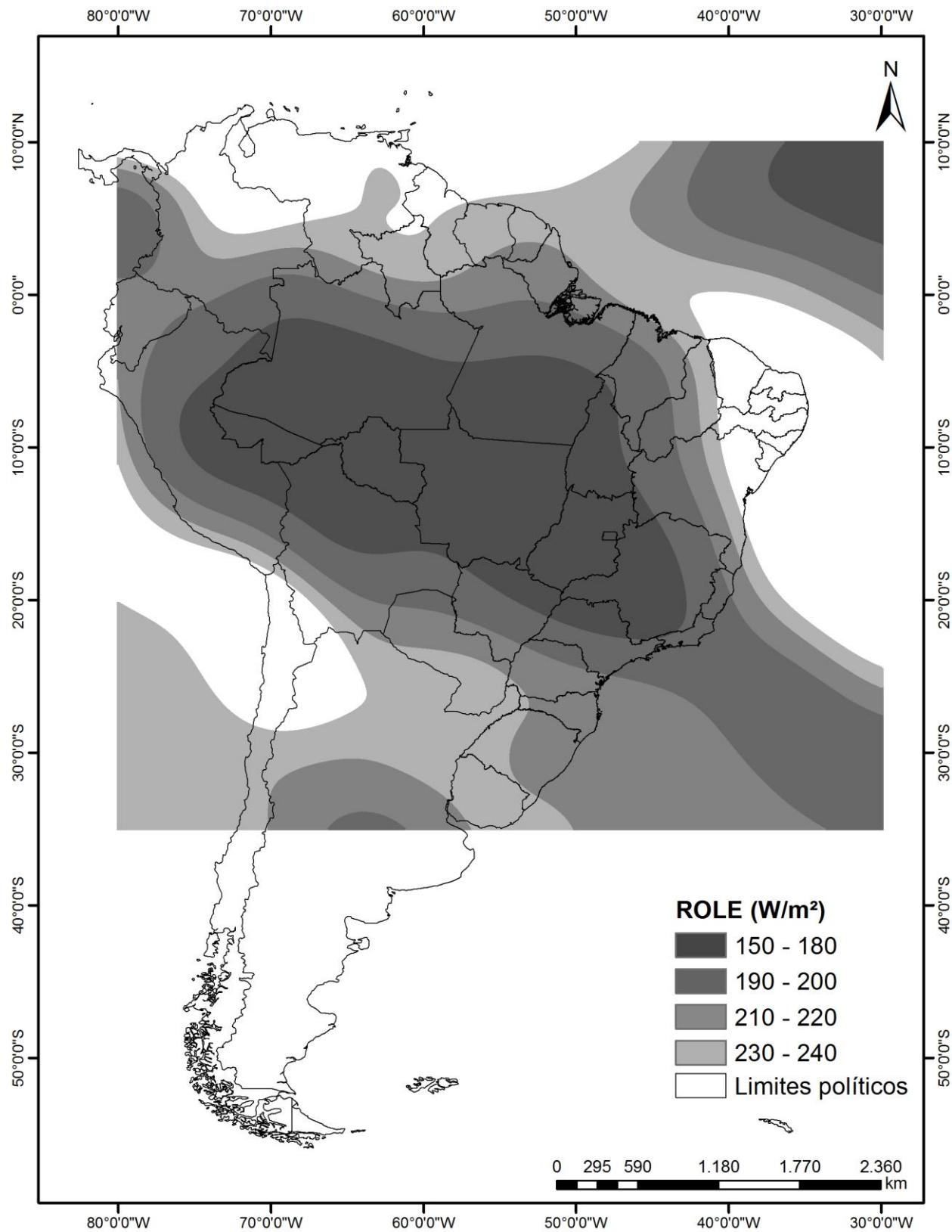


Figura 6.3.19. Campo médio de ROLE entre os dias 04 e 08/12/2009.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Devido a esta associação ocorreram intensas precipitações e toda a capital paulista ficou em estado de alerta. Através da imagem GOES-12 (Figura 6.3.20) pode ser observada intensa atividade convectiva ao sul da área de estudo (São Paulo, Rio de Janeiro e centro-sul de Minas Gerais).

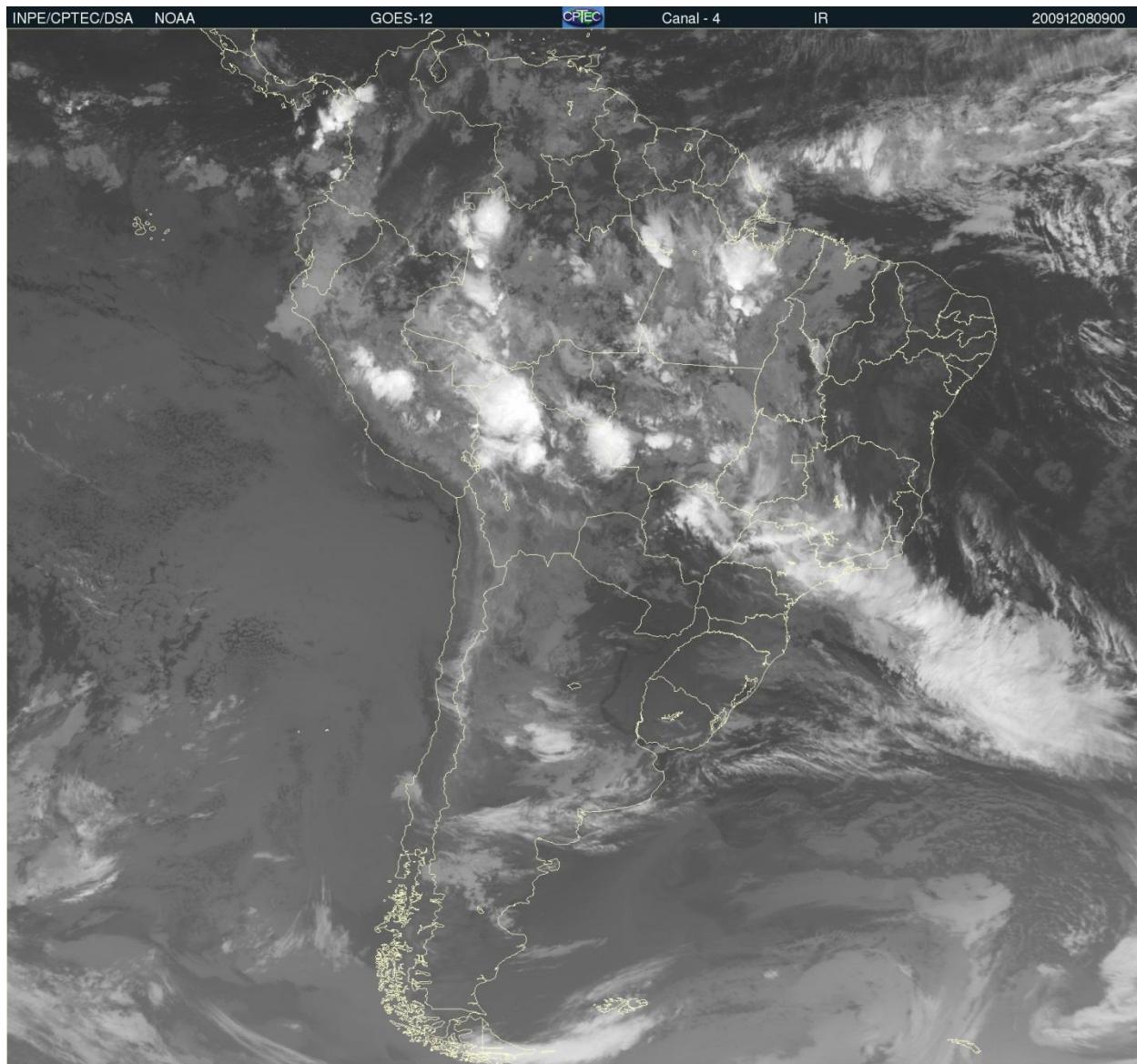


Figura 6.3.20. Faixa de nebulosidade convectiva sobre São Paulo em 08/12/2009.

Fonte: DSA/CPTEC/INPE

Na Figura 6.3.21 está representada a distribuição espacial dos totais de precipitação pluviométrica registrados durante os cinco dias em que a ZCAS atuou sobre a região Sudeste do Brasil (entre 04 e 08 de dezembro de 2009). A análise das Figuras 6.3.19, 6.3.20 e

6.3.21 permite identificar forte associação entre baixos valores de ROLE (inferiores a 200 W/m²) e elevados totais de chuva (superiores a 73 mm).

Os maiores volumes de precipitação foram registrados nas seguintes mesorregiões: Triângulo, Noroeste, Central, Oeste, Sul/Sudeste de Minas, Metropolitana de Belo Horizonte, Campo das Vertentes e Zona da Mata (25, 29, 32, 27, 26, 30, 33 e 22), Noroeste Fluminense (3), Sul e Central Espírito-Santense (34 e 37).

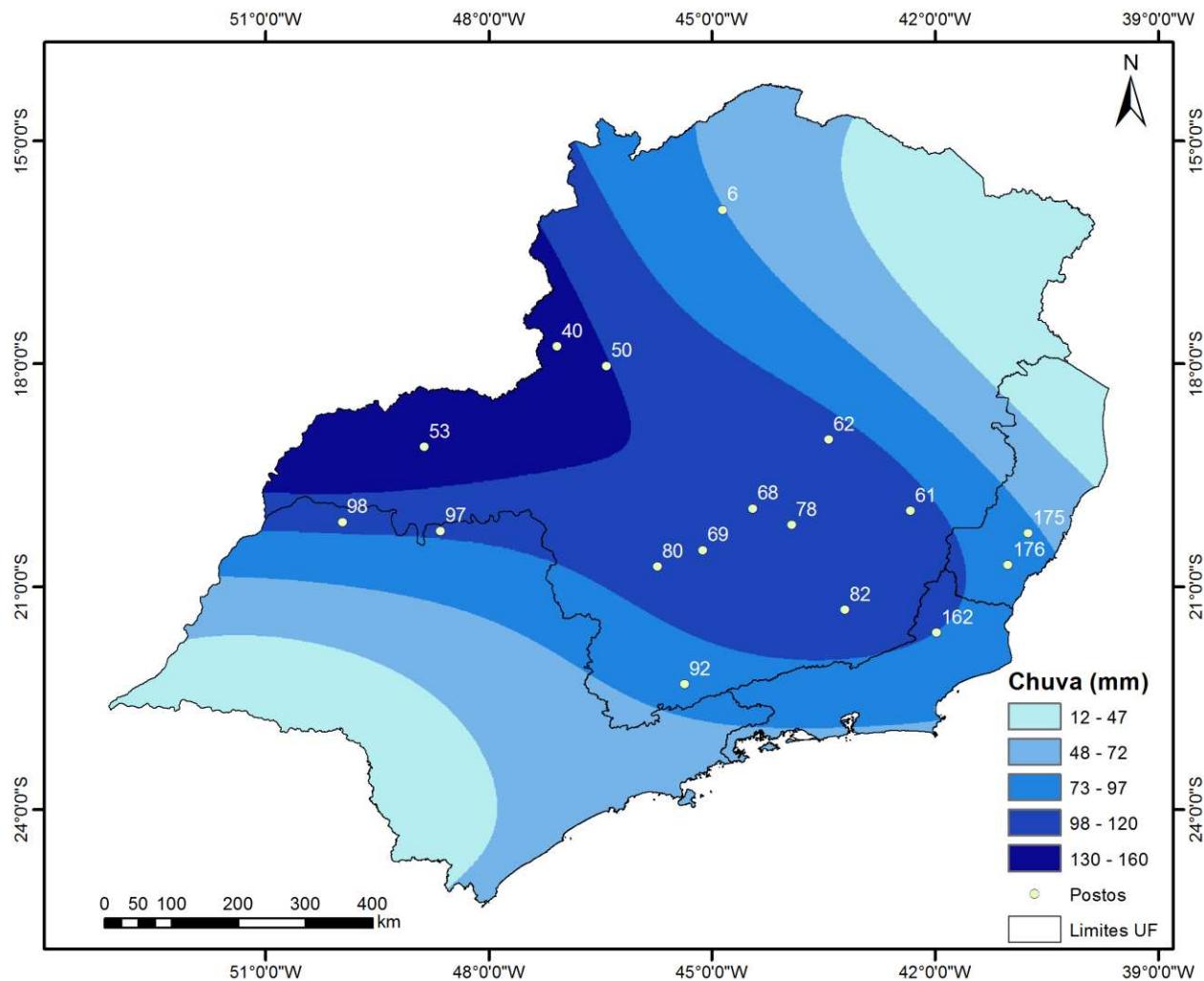


Figura 6.3.21. Isolinhas dos totais de chuva entre 04 e 08/12/2009.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Na Tabela 6.3.6 estão destacados 17 postos pluviométricos cujos acumulados de chuva superaram 100 mm nos cinco dias de atuação da ZCAS (04 a 08 de dezembro de 2009). Os postos de Cachoeiro do Itapemirim (176), Domingos Martins (175), Conceição do Mato

Dentro (62) e Monte Alegre de Minas registraram mais de 60 % dos totais de precipitação pluvial do mês de dezembro de 2009 durante esta pêntada.

Tabela 6.3.6. Totais de precipitação pluvial entre 04 e 08/12/2009.

Municípios	Nº	04/12	05/12	06/12	07/12	08/12	t. 5 dias	t.dez.09	%
São Francisco (MG)	6	20,0	58,6	39,1	31,6	0,0	149,3	326,8	46
Guarda-Mor (MG)	40	0,0	9,1	71,3	32,8	20,0	133,2	346,5	38
Presidente Olegário (MG)	50	8,3	34,8	79,1	31,4	10,0	163,6	502,8	33
Monte Alegre de Minas (MG)	53	20,0	79,3	41,5	139,3	45,1	325,2	533,9	61
Raul Soares	61	38,0	102,2	46,0	3,0	0,0	189,2	379,3	50
Conceição do Mato Dentro (MG)	62	31,8	87,4	75,2	13,4	10,0	217,8	342,3	64
Mateus Leme (MG)	68	6,6	61,0	55,4	16,0	12,0	151,0	404,9	37
Bom Despacho (MG)	69	4,3	60,0	32,3	30,0	11,3	137,9	305,1	45
Nova Lima (MG)	78	90,0	32,3	37,6	0,0	49,2	209,1	607,5	34
Itaú de Minas (MG)	80	76,0	5,1	5,4	20,0	30,0	136,5	318,4	43
Rio Pomba (MG)	82	69,0	18,2	13,1	10,0	13,2	123,5	338,2	37
Maria da Fé (MG)	92	22,2	49,6	54,6	28,5	54,6	209,5	488,6	43
Colômbia (SP)	97	70,0	25,5	0,0	16,6	5,9	118,0	264,4	45
Cardoso (SP)	98	16,7	3,8	0,0	114,5	22,3	157,3	336,6	47
Cambuci (RJ)	162	66,7	32,5	3,8	15,7	2,5	121,2	289,1	42
Domingos Martins (ES)	175	0,0	65,6	81,4	0,0	0,0	147,0	226,2	65
Cachoeiro do Itapemirim (ES)	176	1,7	68,8	62,8	2,7	0,0	136,0	201,8	67

Nº = número do posto pluviométrico;

t. 5 dias = Total de precipitação pluvial (mm) durante a ocorrência da ZCAS entre 04 e 08/12/2009;

t. dez.09 = Total de precipitação pluvial (mm) no mês de dezembro de 2009;

% = Total durante a ocorrência da ZCAS em relação ao total de dezembro de 2009.

Em decorrência dos elevados totais de chuvas um casal morreu soterrado na zona rural do município de Pinhalzinho, no interior paulista. Na capital, um temporal de 40 minutos provocou 218 km de congestionamentos, deixou sem eletricidade os bairros de Paraíso (sul), São Mateus (leste), Bom Retiro (centro) e Itaim Bibi (oeste), fechou o aeroporto de Congonhas por 15 minutos e soterrou cinco pessoas: um adulto no Parque São Rafael (zona leste) e quatro crianças em Itapecerica da Serra. (BENITES et al. 2009, p. C2).

A persistência das pluviosidades contribuiu para elevar os registros de vítimas. Em São Paulo, com a confirmação de mais quatro mortes, duas no Parque São Rafael, uma em Mauá e uma em Ubatuba (Litoral Norte), o número chegou a treze e superou “[...] o total de vítimas no Rio Grande do Sul, onde chove há três semanas – oito morreram no período” (MAZZO et al. 2009, p. C2). No Espírito Santo, um bebê de onze meses morreu devido a um deslizamento de terra em Brejetura. Aproximadamente 32 mil pessoas foram atingidas e 3.100 tiveram de deixar suas casas. Em Minas Gerais, uma mulher foi soterrada em Alto Jequitibá

(aproximadamente 324 km de Belo Horizonte). Em Manhuaçu, cidade mais atingida, a cheia do rio homônimo afetou cerca de 500 casas, desalojou 2.000 pessoas e desabrigou outras 23. No Rio de Janeiro houve duas mortes: um homem em Macaé (norte do estado) e um garoto que se afogou em um córrego de Duque de Caxias, na Baixada Fluminense. “[...] Em Petrópolis, uma pessoa está desaparecida após as chuvas, que desalojaram 28 moradores e afetaram cerca de 5.000 na cidade serrana” (FOLHA DE S. PAULO, 2009a, p. C6).

Entre 10h de segunda-feira (07/12/2009) e 10h de terça-feira (08/12/2009), o Mirante de Santana registrou 99 mm precipitação. Seis pessoas morreram e mil ficaram desabrigados na Grande São Paulo (O ESTADO DE S. PAULO, 2009, p. C1).

A chuva contínua e volumosa (a maior dos últimos dois anos) provocou novos desabamentos e deslizamentos de terra na capital. Quatro irmãos (três crianças e um adolescente) em Santana de Parnaíba e um catador em Sapopemba (zona leste de SP) foram soterrados. Em Itaquaquecetuba, uma mulher de 57 anos morreu após duas casas desabarem na região (SPINOSA, 2009, p. C3). Segundo os dados da Operação Verão, apenas nos primeiros sete dias de dezembro, 16 pessoas morreram em decorrência das chuvas “[...] O número representa 67 % do total de 24 mortes registradas nos três meses do último verão, entre 1º de dezembro de 2008 e 31 de março deste ano” (FOLHA DE S. PAULO, 2009b, p. C2).

O transbordamento dos rios Pinheiros e Tietê bloqueou o trânsito nas marginais, impediu milhares de pessoas de chegarem ao trabalho e interrompeu o comércio na Companhia de Entrepótos e Armazéns de São Paulo (CEAGESP). O alagamento, que chegou a 70 centímetros de altura na maioria dos galpões, prejudicou principalmente a área das frutas. Melancias e abacaxis, depositados nas regiões mais atingidas, boiavam (VIEIRA et al. 2009). O gerente do entreposto Vinicius Ferraz calculou o prejuízo em R\$ 15 milhões, média de um dia de faturamento da CEAGESP.

A atuação da ZCAS entre os dias 11 e 15 de janeiro de 2011 promoveu a intensificação das precipitações pluviais nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Na Figura 6.3.22 pode ser observado um núcleo de intensa atividade convectiva (valores de ROLE inferiores a 200 W/m^2) que se estende desde o sul do Amazonas até o oceano Atlântico pelo litoral do Rio de Janeiro.

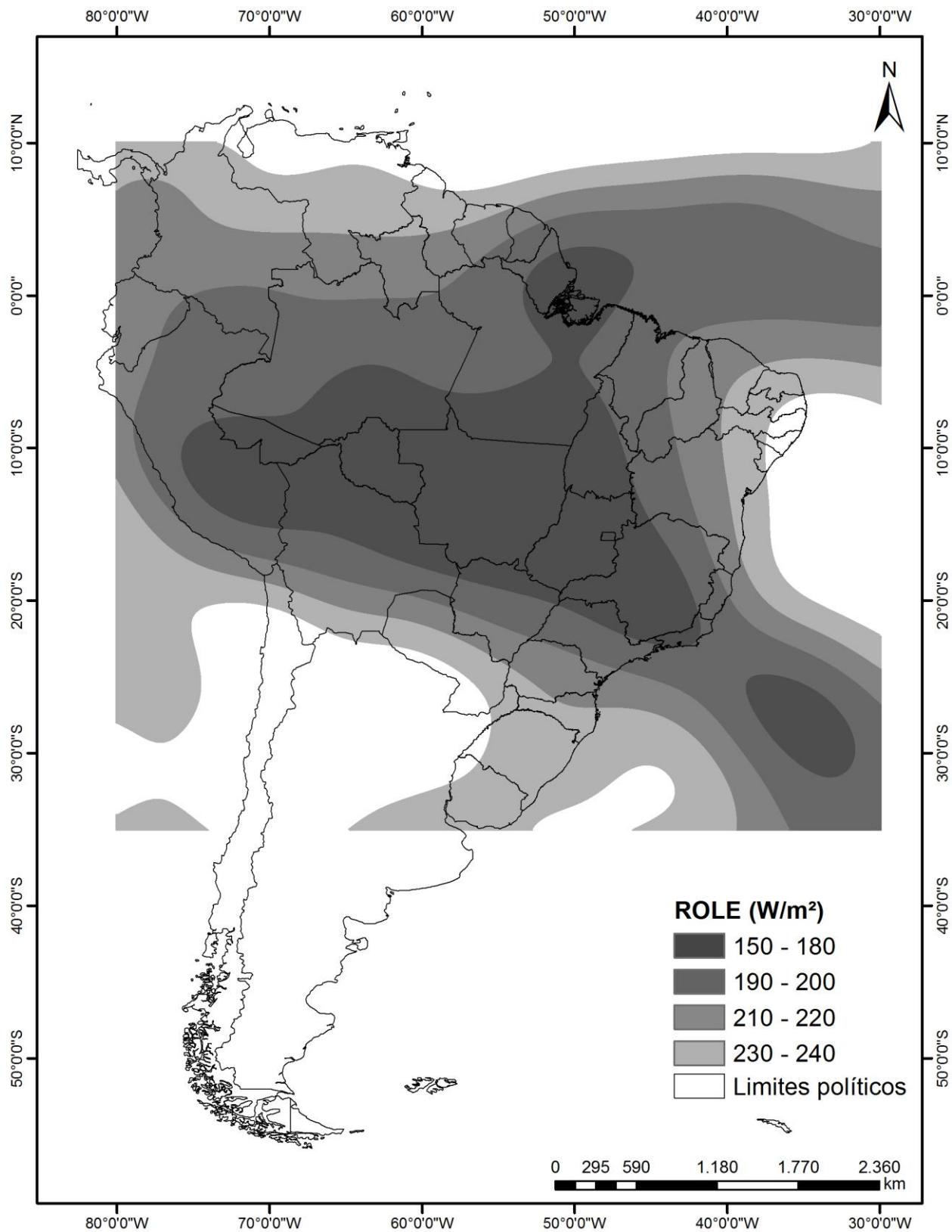


Figura 6.3.22. Campo médio de ROLE entre os dias 11 e 16/01/2011.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Através das imagens GOES-12 (Figura 6.3.23 e 6.3.24) pode ser observada a configuração e a atuação do segundo episódio de ZCAS no mês de janeiro de 2011. Na Figura 6.3.23 verifica-se a intensificação da atividade convectiva sobre o centro-sul da área de estudo (principalmente no sul de Minas Gerais, leste de São Paulo e Rio de Janeiro) durante o início do dia 11/01/2011 (terça-feira).

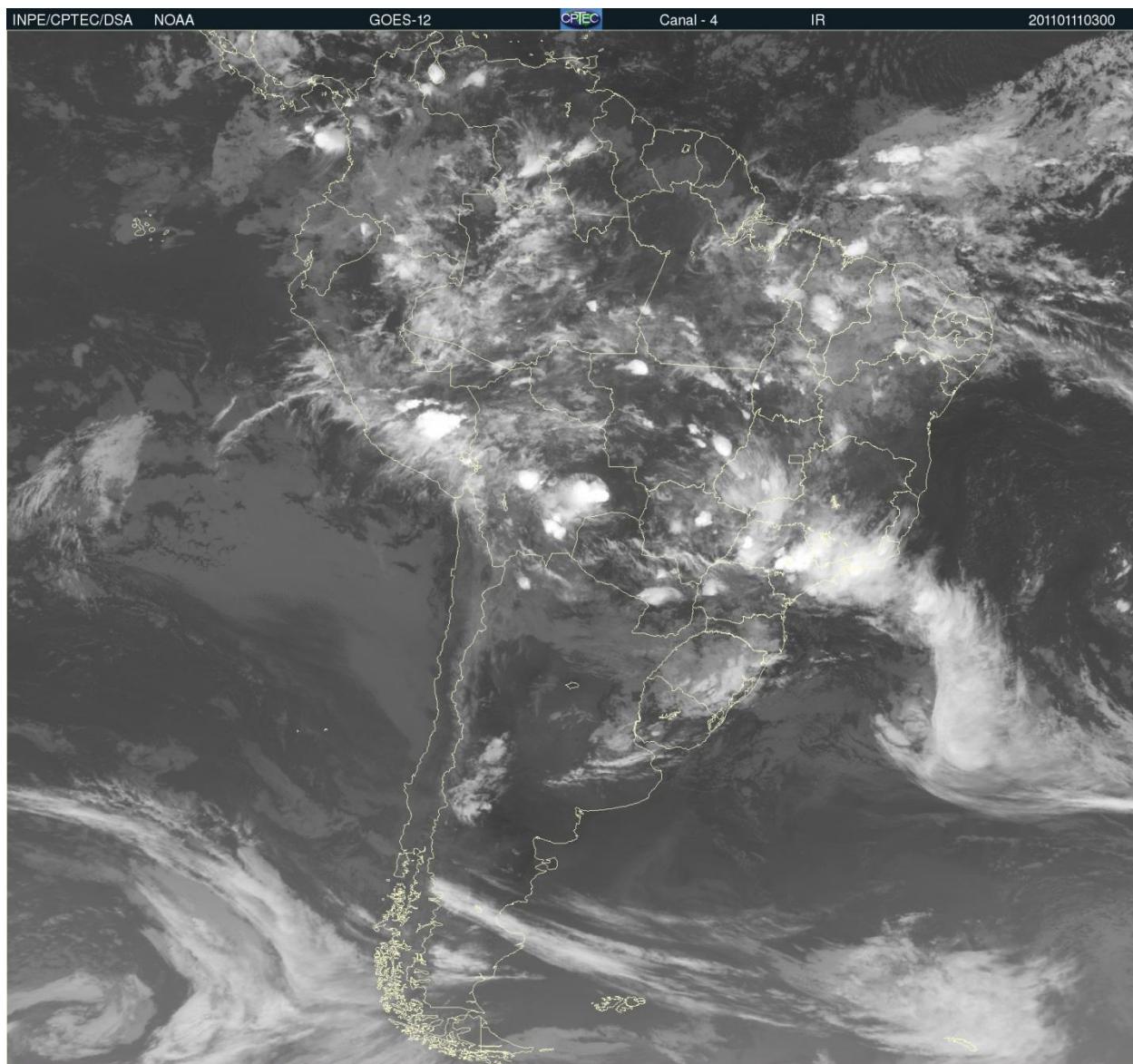


Figura 6.3.23. Faixa de nebulosidade convectiva sobre MG, SP e RJ em 11/01/2011.

Fonte: DSA/CPTEC/INPE

A organização de convecções profundas sobre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro entre a noite de segunda-feira (10/01/2011) e as primeiras horas de quarta-feira

(12/01/2011) contribuíram para a elevação dos totais pluviométricos, consequentemente para a deflagração de escorregamentos e inundações. A forte chuva, que caiu durante a noite de segunda e madrugada de terça, sobre a Grande São Paulo, região de Sorocaba e Vale do Paraíba provocou 14 mortes: três em Mauá, três na capital, uma em Embu das Artes, uma em Mogi das Cruzes, uma em Iperó e cinco em São José dos Campos (O ESTADO DE S. PAULO, 2011, p. C3).

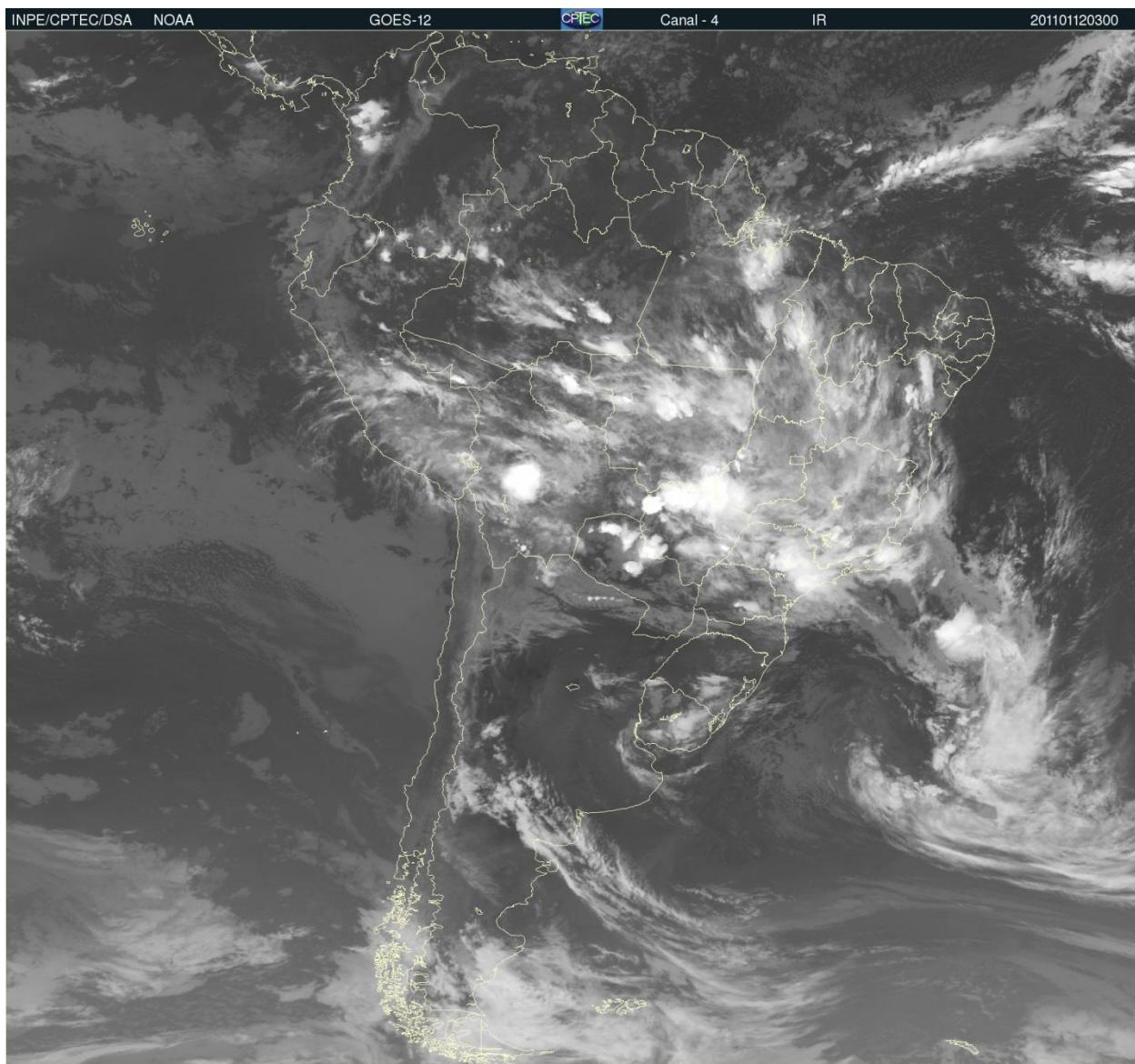


Figura 6.3.24. Faixa de nebulosidade convectiva sobre toda a área de estudo em 12/01/2011.

Fonte: INPE/CPTEC/DSA

Estas intensas precipitações pluviais que incidiram sobre a região serrana fluminense (Figuras 6.3.24 e 6.3.25) contribuíram para a ocorrência da maior catástrofe natural

do país desde 19 de março 1967 (quando, aproximadamente, 436 pessoas morreram em Caraguatatuba, no Litoral Norte paulista). O temporal no início da madrugada de quarta-feira (12/01/2011) deflagrou um tipo de movimento de massa considerado raro e avassalador, conhecido como “corrida de lama e detritos”.

Na Figura 6.3.25 está representada a distribuição espacial dos totais de precipitação pluviométrica registrados durante os seis dias em que a ZCAS atuou sobre a região Sudeste do Brasil (entre 11 e 16 de dezembro de 2011). A análise das Figuras 6.3.22, 6.3.24 e 6.3.25 permite identificar forte associação entre baixos valores de ROLE (inferiores a 200 W/m²) e elevados totais de chuva (superiores a 99 mm).

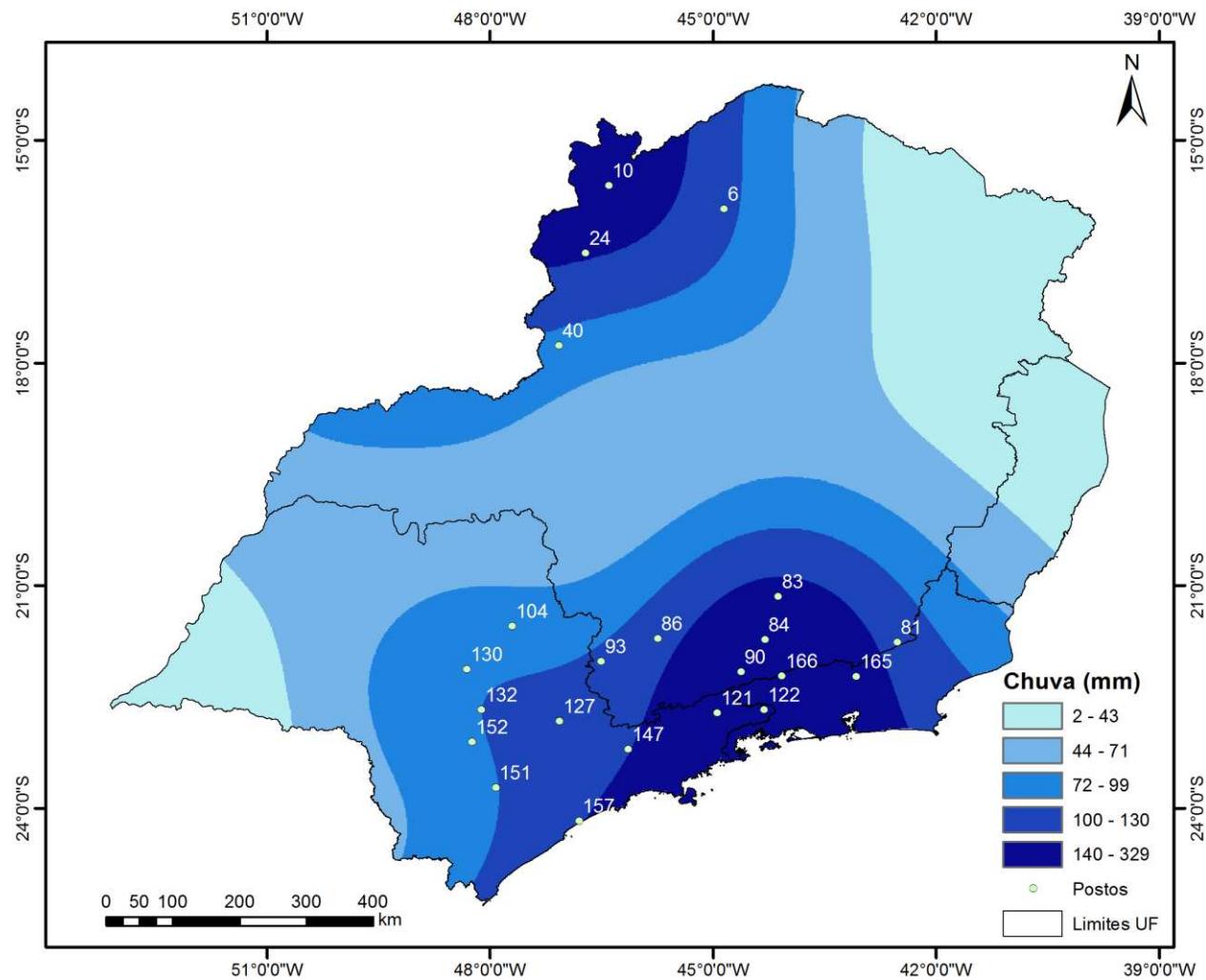


Figura 6.3.25. Isolinhas dos totais de chuva entre 11 e 16/01/2011.
Elaborado por Leônidas M. Malvestio.

Os maiores volumes de precipitação foram registrados nas seguintes mesorregiões: Noroeste, Norte, Sul/Sudeste de Minas, Campo das Vertentes e Zona da Mata (29, 28, 26, 33, 33 e 22), Campinas, Piracicaba, Macro Metropolitana Paulista, Araraquara, Bauru, Itapetininga, Metropolitana de São Paulo, Litoral Sul e Vale do Paraíba Paulista (11, 17, 14, 20, 18, 16, 12, 15 e 7), Sul, Metropolitana do Rio de Janeiro, Centro, Baixadas, Noroeste e Norte Fluminense (1, 4, 5, 6, 3 e 2).

Na Tabela 6.3.7 estão destacados 22 postos pluviométricos cujos acumulados de chuva superaram 80 mm nos seis dias de atuação da ZCAS (entre 11 e 16 de janeiro de 2011). Os postos de Volta Grande (81), Unaí (24), Buritis (10), Andrelândia (84), São Francisco (6), Rio das Flores (165), Alagoa (90) e São Miguel Arcanjo (151) registraram mais de 50 % dos totais de precipitação pluvial do mês de janeiro durante estes seis dias.

Tabela 6.3.7. Totais de precipitação pluvial entre 11 e 16/01/2011.

Municípios	Nº	11/01	12/01	13/01	14/01	15/01	16/01	t.6 dias	t.jan.11	%
São Francisco (MG)	6	0,0	44,6	44,5	14,5	29,4	1,5	134,5	241,4	56
Buritis (MG)	10	28,8	43,2	19,8	2,3	69,0	44,7	207,8	325,4	64
Unaí (MG)	24	5,0	97,1	34,7	0,0	38,8	16,9	192,5	296,2	65
Guarda-Mor (MG)	40	10,6	1,0	24,6	6,5	31,5	7,0	81,2	348,6	23
Volta Grande (MG)	81	45,8	22,1	0,7	24,8	24,1	30,2	147,7	198,0	75
Tiradentes (MG)	83	0,2	0,6	24,6	47,6	29,2	38,0	140,2	337,4	42
Andrelândia (MG)	84	0,0	31,4	165,0	77,2	31,0	2,2	306,8	531,0	58
Três Corações (MG)	86	9,8	30,8	26,5	78,4	12,3	0,0	157,8	486,1	32
Alagoa (MG)	90	45,6	143,2	71,4	50,4	17,3	0,9	328,8	630,5	52
Santa Rita de Caldas (MG)	93	10,1	2,1	31,9	42,8	10,0	0,0	96,9	319,4	30
Luís Antônio (SP)	104	25,5	4,5	5,8	28,4	46,8	0,0	111,0	442,5	25
Cachoeira Paulista (SP)	121	38,0	3,7	17,7	20,8	34,2	12,2	126,6	289,1	44
Bananal (SP)	122	45,7	14,5	14,0	8,5	16,3	5,2	104,2	248,4	42
Campinas (SP)	127	17,3	9,6	44,0	15,7	17,3	6,5	110,4	569,7	19
Dourado (SP)	130	28,4	46,0	14,3	46,8	4,1	0,0	139,6	433,6	32
Anhembi (SP)	132	45,1	30,0	25,5	13,6	24,2	0,0	138,4	406,8	34
Igarata (SP)	147	102,6	74,2	33,6	17,2	0,0	0,0	227,6	530,3	43
São Miguel Arcanjo (SP)	151	40,7	47,2	13,5	0,0	6,1	0,0	107,5	217,1	50
Bofete (SP)	152	24,5	10,5	6,8	74,0	0,0	0,0	115,8	313,7	37
Itanhaém (SP)	157	95,5	16,0	52,5	1,0	0,0	0,0	165,0	476,9	35
Rio das Flores (RJ)	165	7,5	20,7	8,0	21,5	30,1	24,7	112,5	204,7	55
Valença (RJ)	166	30,8	22,5	11,6	22,4	49,3	41,5	178,1	360,5	49

Nº = número do posto pluviométrico;

t. 6 dias = Total de precipitação pluvial (mm) durante a ocorrência da ZCAS entre 11 e 16/01/2011;

t. jan.11 = Total de precipitação pluvial (mm) no mês de janeiro de 2011;

% = Total durante a ocorrência da ZCAS em relação ao total de janeiro de 2011.

A “corrida de lama e detritos” corresponde a uma série de deslizamentos que aconteceram “[...] ao mesmo tempo, no mesmo lugar e tão rápido que praticamente impediram que as pessoas se protegessem. Trata-se da maior magnitude de escorregamento de terra possível” (TAVARES e BRANCATELLI, 2011, p. C3). Essas avalanches que carregaram toneladas de solos, rochas, árvores, automóveis, corpos das vítimas, entre outros detritos por até 15 km de distância, chegaram a atingir 180 km/h em determinados locais (como nos bairros Conquista em Nova Friburgo e Campo Grande em Teresópolis).

Na Figura 6.3.26 é possível identificar marcas de diversos deslizamentos que ocorreram no município de Nova Friburgo em consequência das fortes chuvas.



Figura 6.3.26. Deslizamentos causados pelas chuvas em Nova Friburgo.
Fonte: <<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/1880-chuva-no-rio-de-janeiro#foto-36331>>.

Em um relatório elaborado pelo Serviço Geológico do Rio de Janeiro, no qual o órgão denominou “megadesastre da serra”, são apontados como causas “[...] a própria geologia da região, a ocupação irregular do solo (encostas e áreas de várzeas) e as chuvas de grande intensidade concentradas em períodos de 15 minutos” (SPINELLI, 2011, p. C4).

Ao todo foram contabilizados oficialmente 902 vítimas fatais, 408 desaparecidos, 12.340 desabrigados e 21.928 desalojados nos municípios de Nova Friburgo,

Teresópolis, Petrópolis, Sumidouro, São José do Vale do Rio Preto e Bom Jardim. Entretanto, um ano após o desastre, os números do Programa de Identificação de Vítimas (PIV) indicaram que 215 pessoas permanecem desaparecidas nos municípios de Teresópolis (137), Nova Friburgo (44), Petrópolis (18) e Sumidouro (1). Outros 15 desaparecidos não tiveram a localidade informada (FOLHA DE S. PAULO, 2012).

Na Figura 6.3.27 é possível visualizar impactos proporcionados pelas “corridas de lama e detritos” no bairro Campo Grande em Teresópolis.



Figura 6.3.27. Vista do município de Teresópolis após as corridas de lama em 13/01/2011.
Fonte: <<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/1880-chuva-no-rio-de-janeiro#foto-35658>>.

Enchentes e deslizamentos na região serrana são recorrentes. Todavia, fatores como a desproporcionalidade de gastos entre reconstrução (R\$ 80 milhões) e prevenção de desastres (R\$ 8 milhões) (FOLHA DE S. PAULO, 2011, p. C5), o despreparo do ponto de vista técnico das administrações públicas, que permitiram e também incentivaram “[...] tanto a ocupação de encostas pelos menos favorecidos como a construção de grandes condomínios de luxo em nome do turismo” (DANTAS e BOGHOSSIAN, 2011, p. C3) e a inércia das autoridades diante do problema, mesmo possuindo conhecimento do risco de ocorrência de eventos de grande magnitude (SPINELLI e BANDEIRA, 2011, p. C1), foram fundamentais para ampliar a dimensão desta tragédia.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O regime pluviométrico da região Sudeste do Brasil apresentou grande complexidade devido a fatores como localização latitudinal, variação topográfica e proximidade com o oceano Atlântico. As associações entre sistemas tropicais e frontais contribuíram para a organização da ZCAS e conferiram grande variabilidade temporal e espacial das precipitações pluviais.

Através da comparação entre mapas, dados e reportagens pode-se evidenciar que o período de verão é o mais propício para a ocorrência de desastres naturais de origem hidrometeorológica, como deslizamentos de terra e inundações. Principalmente durante o mês de janeiro, quando houve maior número de configurações de ZCAS intensas (dezesseis episódios).

A permanência deste fenômeno meteorológico por vários dias interfere nos volumes pluviométricos de diversas localidades sobre influência das faixas de nebulosidade convectiva. Por isso, a quantidade de chuva acumulada devido a sua presença (durante quatro dias ou mais) é um importante parâmetro para antecipar a possibilidade de um evento catastrófico e, assim, salvar vidas.

Foram enfatizados tanto os episódios em que os processos convectivos abrangeram toda a área de estudo (meses de janeiro de 1985, 1991, 1997, 2004 e dezembro de 2009), quanto aqueles em que foram observados grandes saldos de vítimas fatais e desabrigados (fevereiro de 1988 e janeiro de 2011).

Durante a análise dos episódios de ZCAS foi observada a recorrência de enchentes e escorregamentos nas seguintes mesorregiões: Baixadas, Metropolitana do Rio de Janeiro, Centro, Sul, Norte e Nordeste Fluminense; Sul/Sudeste de Minas Gerais, Zona da Mata, Região Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do rio Doce e Vale do Mucuri; Região Metropolitana de São Paulo, Litoral Sul e Vale do Paraíba Paulista e regiões Noroeste, Central e Sul Espírito-Santense.

Os dados de Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) constituíram uma importante fonte de informação sobre a variabilidade da distribuição espacial do processo convectivo sobre a América do Sul e, em especial, a região Sudeste do Brasil.

A realização de novos ajustes nos semivariogramas será fundamental para melhorar as inferências acerca da variabilidade da precipitação pluvial no sudeste brasileiro.

O fato da ZCAS apresentar significativa variabilidade da sua posição sobre a área de estudo também requer um aprofundamento na análise deste fenômeno. Como prosseguimento ao estudo deste fenômeno meteorológico seria importante realizar correlações com dados de temperatura da superfície do mar (TSM) e investigar sua influência sobre a intensidade, persistência e posicionamento da ZCAS na América do Sul.

O uso de reportagens de jornais foi imprescindível tanto para estabelecer a relação entre chuva e a ocorrência de desastres naturais, quanto para diferenciar os episódios em termos de magnitude (número de mortes e desalojados) e de abrangência espacial (localidades mais afetadas).

O resgate histórico destas informações também revelou a incapacidade das administrações municipais e o despreparo do poder público perante as situações de risco existentes em diversas cidades da área de estudo, sobretudo nas regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte e nos municípios densamente povoados. Contudo, a obtenção de documentos oficiais emitidos pelas Secretarias de Estado de Defesa Civil (SEDEC) e Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) tornaria a dimensão dos impactos proporcionados pelos episódios extremos de precipitações pluviométricas mais fidedigna.

Finalmente, a dimensão das tragédias poderia ser minimizada com implantação de um plano preventivo que envolvesse todo o sudeste do país e que atuasse não apenas no período chuvoso; melhor emprego das verbas orçamentárias; maior agilidade nos repasses de emergência; adoção de medidas preventivas e realização de obras estruturais; contratação de profissionais especializados; investimento em equipamentos, infraestrutura e recursos humanos para a Defesa Civil, manutenção das equipes (evitando a rotatividade e o desvio de funções dos funcionários ligados ao órgão nas administrações municipais); combate e fiscalização das ocupações irregulares de encostas e planícies fluviais; realização de mapeamentos e zoneamentos de risco e também de políticas de habitação de caráter social.

8 REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. 5. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2008.
- AGUILAR, E.; AUER, I.; BRUNET, M.; PETERSON, T. C.; WIERINGA, J. Guidelines on climate metadata and homogenization. **World Meteorological Organization WCDMP series**, n. 53, 2003.
- ALCÂNTARA-AYALA, I. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. **Geomorphology**, v. 47, p. 107–124, out. 2002.
- ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 1, p. 44-60, jan./mar. 2006.
- AMARAL, C.; FEIJÓ, R. L. Aspectos ambientais dos escorregamentos em áreas urbanas. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.
- ANDRIOTTI, J. L. S. **Fundamentos de estatística e geoestatística**. São Leopoldo: UNISINOS, 2005.
- ARAKI, R. **Vulnerabilidade associada a precipitações e fatores antropogênicos no município de Guarujá (SP):** período de 1965 a 2001. 2007. 201f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.
- ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- AUGUSTO FILHO, O. Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análise e controle. In: BITAR, O.Y. (Org.). **Curso de geologia aplicada ao meio ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- BAENINGER, R. A nova configuração urbana no Brasil: desaceleração metropolitana e redistribuição da população. ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 11., 1998. **Anais...** ABEP: Caxambu, 1998. Disponível em: <<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/PDF/1998/a150.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2013.
- BANCO MUNDIAL. **Avaliação de Perdas e Danos:** Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro - Janeiro de 2011. Brasília: Banco Mundial e Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2012.

BENITES, A.; CARAMANTE, A.; CREDENDIO, J. E.; PINHO, M.; BEDINELLI, T. Temporal provoca cinco mortes e paralisa São Paulo. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 04 dez. 2009, p. C2. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2009/12/04/52//5566888>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

BRANDÃO, A. M. P. M. Clima urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BUSTAMANTE, T. G. C. **Impactos da chuva na ocorrência de deslizamento de terra e inundações no estado de São Paulo**. 2010. 132f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010.

CALBETE, N. O.; CALBETE, S. R.; ROZANTE, J. R.; LEMOS, C. F. Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil. **Revista Climanálise Especial**: edição comemorativa de 10 anos, n. especial, 1996.

Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/11.html>>.

Acesso em: 20 mar. 2012.

CAMARGO, M. B. P.; BRUNINI, O.; PEDRO JUNIOR, M. J.; BARDIN, L. Variabilidade espacial e temporal de dados termopluviométricos diários da rede de estações agrometeorológicas do Instituto Agronômico (IAC). **Bragantia**, Campinas-SP, v. 64, n. 3, p. 473-483, 2005

CAPELLA, A.; GARCIA, A. C.; COELHO, L.; RODRIGUES, R. Chuva castiga o Nordeste e mata 14 em MG. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 16 jan. 2004, p. C6. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20040116-40267-nac-33-cid-c6-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

CARVALHO, A. M. G.; SILVA DIAS, P. L., NOBRE, C. A. Upper troposphericvorticity and OLR structure over tropical South America - **Third International Conference in Southern Hemisphere**. Buenos Aires, 1989;

CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. Ação de apoio à prevenção e erradicação de riscos em assentamentos precários. In: CARVALHO, C. S.; GALVÃO, T. (org.) **Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas**: guia para elaboração de políticas municipais. Brasília: Ministério das Cidades; Cities Alliance, 2006. Disponível em: <http://www.cidados.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Curso_Capacitacao_Tecnicos_Municipais.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2012.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in South Atlantic Convergence Zone. **Journal of Climate**, Washington-DC, v. 15, p. 2377-2394, sept./oct. 2002.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. **Journal of Climate**, Washington-DC, v. 17, p.88-108, jan./feb. 2004.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C. Zona de convergência do atlântico sul. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CASTELLANO, M. S. **Inundações em Campinas (SP) entre 1958 e 2007**: tendências socioespaciais e as ações do poder público. 2010. 182f. Dissertação (Mestrado em Geografia)– Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Brasil. Florianópolis: CEPED UFSC, 2012.

CERRI, L. E. S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes**. 1993. 211f. Tese (Doutorado em Geociências)– Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1993.

CHRISTOFOLLETTI, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

CLIMANÁLISE. **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE. v. 2, n. 11, nov. 1987.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE. v. 12, n.1, 1997. Disponível em:
http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0197/prec_sudeste.html.
Acesso em: 20 mar. 2012.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE, v. 19, n.1, 2004. Disponível em:
<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf04/jan04.pdf>.
Acesso em: 20 mar. 2012.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE. v. 24, n.12, 2009. Disponível em:
<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf09/dez09.pdf>.
Acesso em: 20 mar. 2012.

_____. **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE. v. 25, n.1, 2010. Disponível em:
<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/pdf/pdf10/jan10.pdf>.
Acesso em: 20 mar. 2012.

CONFORTE, J. C. **Um estudo de complexos convectivos de mesoescala sobre a América do Sul.** 1997. 140f. Tese (Doutorado em Meteorologia)– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1997.

CONTI, J. B.; FURLAN, S. A. Geocologia: o clima, os solos e a biota. In: ROSS, J. L. S. (org.). **Geografia do Brasil.** 6. ed. São Paulo: EDUSP, 2009.

COSTA, A.C.; SOARES, A. Homogenization of climate data: review and new perspectives using geostatistics. **Mathematical Biosciences**, n. 41, p. 291–305, 2009.

CUNHA, J. M. P.; JAKOB, A. A. E.; HOGAN, D. J.; CARMO, R. L. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. In: CUNHA, J. M. P. (Org.). **Novas metrópoles paulistas:** população, vulnerabilidade e segregação. Campinas: Núcleo de Estudos de População – NEPO/UNICAMP, 2006.

DANTAS, P.; BOGHOSSIAN, B. CREA alertou para a ocupação irregular das encostas. **O Estado de S. Paulo.** São Paulo, 13 jan. 2011, p. C3. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20110113-42821-spo-31-cid-c3-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

DAVIS, J. C. **Statistics and data analysis in geology.** 2. ed. New York: John Wiley, 1973.

ESRI. **ArcGIS.** Redland: C. A., 2010.

FALCÃO, D. Desabamentos ameaçam 90 mil. **Folha de S. Paulo.** São Paulo: 08 fev. 1995, p. 3.1. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/1995/02/08/264//289108>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

FERNANDES, M. C.; LAGÜÉNS, J. V.M.; COELHO NETTO, A. L. O processo de ocupação por favelas e sua relação com os eventos de deslizamentos no Maciço da Tijuca/RJ. **Anuário Instituto de Geociências - UFRJ.** Rio de Janeiro, v. 22, p. 45-59, 1999. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1999/vol22_45_59.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2012.

FERREIRA, A. G. **Interpretação de imagens de satélites meteorológicos:** uma visão prática e operacional do Hemisfério Sul. Brasília: Stilo, 2002.

FERREIRA, M. C. **Procedimento metodológico para modelagem cartográfica e análise regional de epidemias de dengue em sistema de informação geográfica.** 2003. 247f. Tese (Livre Docência)– Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

FERREIRA, N. J.; GURGEL, H. C.. Variabilidade dos ciclos anual e interanual da radiação de ondas longas emergentes sobre a América do Sul e vizinhanças. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande-PB, v. 6, n. 3, p. 453-457, set./dez. 2002.

FERREIRA, N. J.; SANCHES, M.; SILVA DIAS, M. A. F. Composição da zona de convergência do atlântico sul em períodos de El Niño e La Niña. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 19, n. 1, p. 89-98, jun. 2004.

FERREIRA, N. J.; RAMÍREZ, M.V.; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam na vizinhança do nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

FIGUEROA, S. N; SATYAMURTY, P.; SILVA DIAS, P. L. Simulations of the summer circulation over the South American region with an eta coordinate model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 52, n. 10, p. 1573-1584, maio 1995.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

FOLHA DE S. PAULO. Enchentes matam 2 e desabrigam 1141 em São Paulo. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 24 jan. 1985, p. 20. Disponível em:
<http://acervo.folha.com.br/fsp/1985/01/24/2//4137749>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Moreira se encontra com Sarney e consegue recursos para Petrópolis. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 13 fev. 1988, p. A16. Disponível em:
<http://acervo.folha.com.br/fsp/1988/02/13/339//4112386>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Chuva recorde mata taxista em São Paulo. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 17 jan. 1991a, p. C1. Disponível em <http://acervo.folha.com.br/fsp/1991/01/17/339/4075478>. Acesso em: 20 mar. 2012.

_____. Chuva causa 21 mortes no Rio; em Minas, vítimas são pelo menos 22. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 18 jan. 1991b, p. C1. Disponível em:
<http://acervo.folha.com.br/fsp/1991/01/18/339//4076686>. Acesso em: 20 mar. 2012.

_____. Chuva na capital mineira é a maior desde 1978. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 06 jan. 1997, p. 1. Disponível em: <http://acervo.folha.com.br/fsp/1997/01/06/264/5344094>. Acesso em: 20 mar. 2012.

_____. Chuva castiga o Rio e deixa dez mortos. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 17 jan. 2004a, p. C6. Disponível em: <http://acervo.folha.com.br/fsp/2004/01/17/15//5263140>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Chuvas de verão já mataram 25 no Estado. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 28 jan. 2004b, p. C4. Disponível em: <http://acervo.folha.com.br/fsp/2004/01/28/15//5263309>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Enchentes já causaram 66 mortes no país. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 31 jan. 2004c, p. C6. Disponível em: <http://acervo.folha.com.br/fsp/2004/01/31/15//5263690>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Chuvas matam quatro pessoas no Sudeste. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 07 dez. 2009a, p. C6. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2009/12/07/15//5522370>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Deslizamento mata quatro irmãos na Grande São Paulo. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 09 dez. 2009b, p. C2. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2009/12/09/52//5566935>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Gastos com prevenção são minimizados. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 14 jan. 2011, p. C5. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2011/01/14/15//4923365>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

_____. Após um ano, mais de 200 continuam desaparecidas na serra do Rio. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 12 jan. 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/bbc/1033328-apos-um-ano-mais-de-200-continuam-desaparecidos-na-serra-do-rio.shtml>>. Acesso em: 12 jan. 2012.

GAN, M. A. **Estudo observacional sobre as baixas frias da alta troposfera nas latitudes subtropicais do Atlântico Sul e leste do Brasil**. 1982. 78f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1982.

GAN, M. A.; SELUCHI, M. E. Ciclones e ciclogênese. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

GENTILE, R. Enchente no Ribeira é a pior em 50 anos. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 25 jan. 1997, p. 3-6. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/1997/01/25/264/5346402>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

GERAQUE, E. São Paulo tem 98 mil vivendo em área de alto risco. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 11 dez. 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/1199280-sao-paulo-tem-98-mil-vivendo-em-area-de-alto-risco.shtml>> Acesso em: 11 dez. 2012.

GIRARDI, E. P. **Proposição teórico-metodológica de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira**. 2008. 347f. Tese (Doutorado em Geografia)– Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2008.

GONÇALVES, L. F. H.; GUERRA, A. J. T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

GROSTEIN, M. D. Metrópole e expansão urbana: a persistência de processos “insustentáveis”. **São Paulo em Perspectiva**. v. 15, n. 1, p. 13-19, jan./mar. 2001.

GUHA-SAPIR, D.; VOS, F.; BELOW, R.; PONSERRE, S. **Annual disaster statistical review 2011:** the numbers and trends. Brussels: CRED; 2012. Disponível em: <http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2011.pdf> Acesso em 20 jul. 2012

GUIDICINI, G.; IWASA, O. Y. **Ensaio de correlação entre pluviosidade e escorregamentos em meio tropical úmido.** São Paulo: IPT, 1976.

GUIJARRO, J. A. CLIMATOL: Software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos. In: CONCHA D. L.; CODRÓN, J. C. G.; ALVAREZ, D. F. R.; HERNÁEZ, P. F. A.; PEDRAJA, C. G. (coord.) **El clima, entre el mar y la montaña.** Santander: Universidad de Cantabria, 2004.

GUIMARÃES, T.; CHAVES, A. Chuva já matou pelo menos 30 no Sudeste. **Folha de S. Paulo.** São Paulo, 14 janeiro 2004, p. C6. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2004/01/14/15//5262985>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA JR., E. Vulnerabilidade a perigos naturais nos estudos de população e ambiente. In: HOGAN, D. J. (Org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental:** cenários para o desenvolvimento brasileiro. Campinas: Núcleo de Estudos de População – NEPO/UNICAMP, 2007.

INDRIUNAS, L. C. Mais de 50 mil pessoas vivem em áreas de risco. **Folha de S. Paulo.** São Paulo, 05 fev. 1995, p. 11.1. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/1995/02/05/257//288751>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

INTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sinopse do censo demográfico 2010.** Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2011.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios.** Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, v. 30, 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2009/pnad_brasil_2009.pdf>. Acesso em 20 jan. 2011.

_____. **Perfil dos municípios brasileiros:** gestão pública. Rio de Janeiro: IBGE Coordenação de População e Indicadores Sociais, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2001/munic2001.pdf>>. Acesso em 20 jan. 2011.

IDE, F. S.; MACEDO, E. S. Sistemas meteorológicos associados a escorregamentos com vítimas fatais no Estado de São Paulo no período de 1996 a 2004. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004, p. 591-601. 1 CD-ROM.

IEG – Independent Evaluation Group. **Hazards of nature, risks to development:** an IEG evaluation of World Bank assistance for natural disasters. Washington: World Bank, 2006. Disponível em:
[<http://ieg.worldbankgroup.org/content/ieg/en/home/topics/natural_disasters.html>](http://ieg.worldbankgroup.org/content/ieg/en/home/topics/natural_disasters.html). Acesso em 10. jan. 2013.

JAKOB, A. A. E. **Análise sócio-demográfica da constituição do espaço urbano da região metropolitana da Baixada Santista no período 1960-2000**. 2003. 234f. Tese (Doutorado em Demografia)– Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. A frequência de fenômenos meteorológicos na América do Sul: uma climatologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Meteorologia, p. 860-867, 2002. 1 CD-ROM.

KARMANN, I. Ciclo da água, água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. (org.) **Decifrando a Terra**. 3 reimpr., São Paulo: Companhia Editorial Nacional, 2008.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. V. Clima da região nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. O; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. M. **Prevenção de Desastres Naturais**: Conceitos Básicos. Curitiba: Organic Trading, 2006.

KODAMA, Y. M. Large-scale common features of sub-tropical 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

KODAMA, Y. M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZs. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 71, p. 581-610, 1993.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. **Tellus**, v. 33, n. 6, p. 538-551, 1981.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro-RJ, v. 3, n. 1, p. 217-231, jun. 1988.

LAGO, L. C. Estruturação urbana e mobilidade espacial: alterações no quadro de desigualdades socioespaciais na metrópole do Rio de Janeiro. ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 11., 1998. **Anais...** ABEP: Caxambu, 1998. Disponível em:
[<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/PDF/1998/a138.pdf>](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/PDF/1998/a138.pdf). Acesso em 20 abr. 2013.

LANDIM, P. M. B. **Introdução a Geoestatística**. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, 1988.

LIEBMANN, B.; SMITH, C. A. Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 77, n. 6, p. 1275-1277, jun. 1996.

LIMA, K. C.; SATYAMURTY, P. Post-summer heavy rainfall events in Southeast Brazil associated with South Atlantic Convergence Zone. **Atmospheric Science Letters**. n. 11, p. 13-20, jan. 2010.

LOURENÇO, M. C. M.; FERREIRA, N. J.; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos em altos níveis de origem subtropical. **Revista Climanálise Especial**: edição comemorativa de 10 anos, n. especial, 1996.

Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/vociclo.html>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

LUCAS, T. P. B. **Chuvas persistentes e ação da zona de convergência do atlântico sul na região metropolitana de Belo Horizonte**. 2007. 159f. Dissertação (Mestrado em Geografia)—Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

MACEDO, E. S.; ALBERTO, M. C.; SALLES, E. R. Informatização do cadastramento de acidentes de escorregamentos com vítimas fatais ocorridos no Brasil no período de 1988 a 1999. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 9., 1999. **Anais...** ABGE: São Pedro-SP, 1999. 1 CD-ROM.

MACHADO, L. A. T.; LAURENT, H. The convective system area expansion over Amazonia and its relationships with convective system life duration and high-level wind divergence. **Monthly Weather Review**, v.132, 4, p. 714-725, 2004.

MADDOX, R. A. Mesoscale convective complexes. **Bulletin American Meteorological Society**, v. 61, p. 1374-1387, 1980.

MARCELINO, E. V. **Mapeamento de áreas susceptíveis a escorregamentos no município de Caraguatatuba (SP) usando técnicas de sensoriamento remoto e SIG**. 2003. 228f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto)—Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.

MARCELINO, E. V.; NUNES, L. H.; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina . **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 7, n. 17, p. 72-84, fev. 2006a.

_____. Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia-MG, v. 7, n. 19, p. 130-149, out. 2006b.

MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. Clima da região amazônica. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MARICATO, E. Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras. **São Paulo em Perspectiva**. v. 14, n. 4, p. 21-33, out./nov. 2000. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v14n04/v14n04_03.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. Metrópole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 48, p. 151-167, may./aug. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142003000200013&script=sci_arttext>. Acesso em: 20 jul. 2011.

_____. Para resolver o problema da habitação. In: MARCOVITCH, J. (Org.). **Crescimento econômico e distribuição de renda**: prioridades para ação. 1. reimpr. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009.

MATHERON, G. Principles of Geoestatistics. **Economic Geology**. v. 58, p. 1246-1266, 1963.

MAZZO, A.; CARDOSO, A. C.; SIMIONATO, M. Em três dias, chuva deixa 13 mortos em SP. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 05 dez. 2009, p. C2. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2009/12/05/52//5568734>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

MELLO, J. M.; BATISTA, J. L. F.; RIBEIRO JÚNIOR, P. J.; OLIVEIRA, M. S. Ajuste e seleção de modelos espaciais de semivariograma visando à estimativa volumétrica de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 69, p. 25-37, dez. 2005.

MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo**: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Ed. UFSC, 1991.

MOSCATTI, M. C. L.; SANTO, C. M. E.; PEREIRA, C. S.; GIAROLLA, E. Estudo climatológico sobre a costa sul-sudeste do Brasil. Parte I: levantamento da disponibilidade de dados meteorológicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, p. 745-751, 2000. 1 CD-ROM.

NERY, J. T. Dinâmica climática da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 61-75, 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. SUPREN/IBGE, v. 4, 1979.

NOBRE, C. Ainda sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul: A importância do Oceano Atlântico. In: CLIMANÁLISE. **Boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE, v. 3, n. 4, p. 30-33, mar. 1988.

NUNES, L. H. Mudanças climáticas, extremos atmosféricos e padrões de risco a desastres hidrometeorológicos. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA, E. J. (Org.). **População e mudança climática**: dimensão humana das mudanças ambientais globais. Campinas: Núcleo de Estudos de População – NEPO/UNICAMP, 2009a.

_____. Compreensões e ações frente aos padrões espaciais e temporais de riscos e desastres. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RISCOS, 1., 2009. **Anais...** Coimbra: Universidade de Coimbra, 2009b.

NUNES, L. H.; MODESTO, R. P. Pluviometria e Problemas Ambientais No Município do Guarujá. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, v. 10, p. 59-71, 1996.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima da região sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

O ESTADO DE S. PAULO. As chuvas diminuem em Minas e o prejuízo chega a 1 trilhão. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 01 fev. 1985, p. 32. Disponível em:
<<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/19850201-33717-nac-0032-999-32-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Temporal mata 21 pessoas no Rio e 7 em Minas Gerais. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 18 jan. 1991, p. 20. Disponível em:
<<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/19910118-35560-nac-0020-999-20-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. Maior chuva do ano deixa 6 mortos e paralisa SP. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 09 dez. 2009, p. C1. Disponível em:
<<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20091209-42421-spo-35-cid-c1-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

_____. O caos se repete: 3h de temporal, 125 pontos de alagamento, 176 resgates. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 12 jan. 2011, p. C3. Disponível em:
<<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20110112-42820-spo-31-cid-c3-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção na Amazônia**. 134f. Dissertação (Mestrado em meteorologia)– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1986.

PETRY, S. Estado possui 700 áreas de risco. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 27 dez. 2001, p. C4. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2001/12/27/67//112030>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

QUADRO, M. F. L. **Estudo de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul.** 1994. 94f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1994.

QUADRO, M. F. L.; MACHADO, L. H. R.; CALBETE, S.; BATISTA, N. N. M.; OLIVEIRA, G. S. Climatologia de precipitação e temperatura no período de 1986-1996. **Revista Climanálise Especial:** edição comemorativa de 10 anos, n. especial, 1996.
Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/chuesp.html>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

RAMOS, C. S.; SANCHEZ, M. C. Estudo metodológico de classificação de dados para cartografia temática. **Geografia**, Rio Claro, v. 25, n. 2, p. 23-52, ago. 2000.

ROCHA, A. M. G. C.; GANDU, A. W. A Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Climanálise Especial:** edição comemorativa de 10 anos, n. especial, 1996.
Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/16.html>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

ROSS, J. L. S. Os fundamentos da geografia da natureza. In: ROSS, J. L. S. (org.). **Geografia do Brasil.** 6. ed. São Paulo: EDUSP, 2009. p. 48-58.

SANCHES, M. B.; SILVA DIAS, M. A. F. Análise sinótica de verão. A influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, v. 1, p. 439-443, 1996. 1 CD-ROM.

SANTOS, M. **Manual de geografia urbana.** 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1989.

_____. **A urbanização brasileira.** 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

SATYAMURTY, P.; GONÇALVES, L. G. G.; MATTOS, L. F.; CALBETE, N. O.; MACHADO, L. H. R. Campos diagnósticos associados ao episódio de chuvas fortes na região da Serra de Mantiqueira do começo do ano 2000. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000. 1 CD-ROM.

SELUCHI, M. E.; CHOU, S. C. Synoptic patterns associated with landslide events in the Serra do Mar, Brazil. **Theoretical And Applied Climatology**, v. 98, n. 1-2, p. 67-77, sep. 2009.

SILVA, J. C. Estado de São Paulo tem 30 % de suas habitações sem condições de moradia. **Folha de S. Paulo.** São Paulo, 11 jan. 2000, p. 3-1. Disponível em:
<<http://acervo.folha.com.br/fsp/2000/01/11/264//572124>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

SILVA DIAS, P. L.; ETCHICHURY, P.; SCOLAR, J.; PEREIRA FILHO, A. J.; SATYAMURTI, P.; SILVA DIAS, M. A. F.; GRAMMELSBACHER, I.; GRAMMELSBACHER, E. As chuvas de março de 1991 na região de São Paulo. In:

CLIMANÁLISE. Boletim de monitoramento e análise climática. Cachoeira Paulista: CPTEC/INPE, v. 6, p. 44-59, maio 1991.

SILVA DIAS, M. A. F.; ROZANTE, J. R.; MACHADO, L. A. T. Complexos convectivos de mesoescala na América do Sul. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

SILVA, E. S. **Variabilidade da precipitação pluviométrica nas regiões sudeste e sul do Brasil**. 2006. 187f. Tese (Doutorado em Agronomia)– Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SPINELLI, E.; BANDEIRA, L. Rio foi alertado em 2008 sobre riscos de desastre em região onde 547 já morreram. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 15 jan. 2011, p. C1. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2011/01/15/15//4923524>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

SPINELLI, E. Avalanches no RJ chegaram a 180 km/h. **Folha de S. Paulo**. São Paulo, 16 fev. 2011, p. C4. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2011/02/16/15//5530686>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

SPINOSA, M. Quatro irmãos ficam soterrados. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 09 dez. 2009, p. C3. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20091209-42421-spo-37-cid-c3-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

TASCHNER, S. T. Degradação ambiental em favelas de São Paulo. In: TORRES, H. G.; COSTA, H. (Orgs.). **População e meio ambiente**: debates e desafios. São Paulo: Editora SENAC, 2000.

TATIZANA, C.; OGURA, A. T.; CERRI, L. E. S.; ROCHA, M. C. M. Análise da correlação entre chuvas e escorregamentos na Serra do Mar, município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5., São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 1987, v. 2, p. 225-236.

TAVARES, B.; BRANCATELLI, R. Fenômeno raro e ocupação caótica agravam tragédia. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 13 jan. 2011, p. C1. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20110113-42821-spo-31-cid-c3-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

TOMITAGA, L. K. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMITAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org.). **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

TORRES, H. G. **Desigualdade ambiental na cidade de São Paulo**. 1997. 286f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais)– Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. A. (org.) **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

UNISDR – United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Living with risk : a global review of disaster reduction initiatives**. Preliminary version. Geneva, Suíça: United Nations. 2002.

_____. **Hydro climatic disasters in water resources management: training manual**. 2009. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/we/inform/publications#r=?p=0&type=12>>. Acesso em 15 jun. 2011.

VASCONCELLOS, F. C. **Variabilidade atmosférica associada a casos extremos de precipitação na região Sudeste do Brasil**. 2008. 110f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

VELASCO, I.; FRITSCH, J. M. Mesoscale convective complexes in the Americas. **Journal of Geophysical Research Atmospheres**, v. 92, p. 9591-9613, 1987.

VIANELLO, R. L.; ALVES A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2000, p. 310-313.

VIEIRA, C.; ZANCHETTA, D.; VILICIC, F.; AMENDOLA, G.; BRANDALISE, V. H. CEAGESP: Produtores perdem pães, melancias e R\$ 15 milhões. **O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 09 dez. 2009, p. C11. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20091209-42421-spo-43-cid-c9-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

VIEIRA, P.; SILVA, C. E. S.; SILVA, A. C. C.; CUSTÓDIO, M. A. M. Estudo de caso envolvendo 13 dias de alagamentos e a zona de convergência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, v. 1, p. 3306-3320, 2000. 1 CD-ROM.

VIEIRA, S. R. **Geostatística em estudo de variabilidade espacial**, IAC. Apostila, 1998.

VIEIRA, S. R., HATFIELD, J. L., NIELSEN, D. R., BIGGAR, J. W. Geoestatistical theory and application to variability of some agronomical properties. **Hildargia**. v. 51, n.3, 1983.

WALISER, D. E.; ZHOU, W. Removing satellite equatorial crossing time biases from the OLR and HRC data sets. **Journal of Climate**, v. 10, p. 2125-2146, 1997.

WEBER, E.; HASENACK, H.; FERREIRA, C. J. S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. 2004. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/index.php?option=com_content&view=article&id=51%3A geotiff&catid=9%3Anoticias&Itemid=16>. Acesso em: 20 jan. 2013.

9 ANEXOS

Anexo I: Identificação e localização dos postos pluviométricos da Região Sudeste.

Nº	Posto	UF	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
1	1443001	MG	Manga	14° 45' 24"	43° 55' 56"	452
2	1443002	BA	Carinhanha	14° 18' 16"	43° 46' 05"	440
3	1541010	MG	Águas Vermelhas	15° 34' 51"	41° 24' 31"	687
4	1542014	MG	São João do Paraiso	15° 19' 00"	42° 01' 22"	765
5	1542015	MG	Rio Pardo de Minas	15° 35' 54"	42° 32' 51"	782
6	1544012	MG	São Francisco	15° 56' 58"	44° 52' 05"	448
7	1544017	MG	Januária	15° 36' 02"	44° 23' 45"	-
8	1544019	MG	São João da Ponte	15° 55' 49"	44° 00' 15"	-
9	1546000	MG	Arinos	15° 55' 28"	46° 06' 35"	492
10	1546001	MG	Buritis	15° 36' 57"	46° 24' 54"	-
11	1546007	MG	Buritis	15° 37' 00"	46° 25' 00"	894
12	1640000	MG	Jacinto	16° 08' 19"	40° 17' 25"	160
13	1640001	MG	Almenara	16° 07' 13"	40° 44' 22"	-
14	1641002	MG	Jequitinhonha	16° 25' 39"	41° 00' 50"	254
15	1641010	MG	Itinga	16° 37' 05"	41° 46' 03"	-
16	1641011	MG	Medina	16° 13' 48"	41° 28' 51"	590
17	1642002	MG	Coronel Murta	16° 36' 47"	42° 11' 13"	279
18	1643020	MG	Capitão Enéas	16° 19' 20"	43° 42' 54	-
19	1644027	MG	Brasília de Minas	16° 12' 23"	44° 25' 31"	-
20	1644028	MG	Montes Claros	16° 42' 09"	44° 07' 02"	-
21	1645002	MG	São Romão	16° 16' 54"	45° 24' 51"	460
22	1645005	MG	São Francisco	16° 18' 01"	45° 44' 32"	447
23	1645013	MG	Buritizeiro	16° 48' 26"	45° 01' 49"	-
24	1646003	MG	Unaí	16° 31' 47"	46° 43' 16"	-
25	1647008	MG	Unaí	16° 12' 32"	47° 13' 57"	-
26	1740001	MG	Nanuque	17° 50' 31"	40° 22' 51"	92
27	1740026	MG	Umburatiba	17° 19' 14"	40° 40' 34"	-
28	1741001	MG	Teófilo Otoni	17° 35' 42"	41° 29' 34"	-
29	1741013	MG	Padre Paraíso	17° 4' 22"	41° 28' 59"	-
30	1742008	MG	Carbonita	17° 31' 57"	43° 00' 44"	552
31	1742014	MG	Capelinha	17° 41' 27"	42° 31' 03"	890
32	1742017	MG	Malacacheta	17° 50' 44"	42° 04' 32"	-
33	1743002	MG	Bocaiúva	17° 18' 46"	43° 12' 28"	630
34	1744009	MG	Várzea da Palma	17° 35' 37"	44° 42' 58"	498
35	1744010	MG	Lassance	17° 53' 24"	44° 34' 36"	536
36	1745001	MG	Buritizeiro	17° 06' 40"	45° 26' 16"	520
37	1746001	MG	João Pinheiro	17° 01' 51"	46° 00' 49"	510
38	1746002	MG	Paracatu	17° 15' 19"	46° 28' 26"	490
39	1746006	MG	João Pinheiro	17° 39' 49"	46° 21' 18"	-
40	1747005	MG	Guarda-Mor	17° 46' 21"	47° 05' 55"	1.000
41	1841001	MG	Mathias Lobato	18° 34' 29"	41° 55' 04"	174
42	1842007	MG	Guanhães	18° 46' 20"	42° 55' 52"	808

Continuação. Identificação e localização dos postos pluviométricos da Região Sudeste.

Nº	Posto	UF	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
43	1842008	MG	Santa Maria do Suaçuí	18° 12' 04"	42° 27' 19"	420
44	1843002	MG	Gouveia	18° 27' 56"	43° 44' 35"	1.200
45	1843003	MG	Diamantina	18° 06' 48"	43° 31' 13"	803
46	1844001	MG	Santo Hipólito	18° 18' 00"	44° 13' 22"	510
47	1845021	MG	São Gonçalo do Abaeté	18° 02' 18"	45° 31' 25"	760
48	1846003	MG	Patos de Minas	18° 42' 25"	46° 02' 13"	672
49	1846007	MG	Patos de Minas	18° 50' 28"	46° 33' 03"	770
50	1846016	MG	Presidente Olegário	18° 02' 02"	46° 25' 10"	-
51	1847001	MG	Estrela do Sul	18° 44' 17"	47° 41' 24"	461
52	1847003	MG	Abadia dos Dourados	18° 29' 28"	47° 24' 23"	784
53	1848000	MG	Monte Alegre de Minas	18° 52' 20"	48° 52' 10"	730
54	1848006	MG	Tupaciguara	18° 36' 01"	48° 41' 27"	-
55	1848007	GO	Corumbaíba (GO)	18° 14' 31"	48° 51' 30"	500
56	1848009	MG	Monte Alegre de Minas	18° 51' 45"	48° 35' 02"	-
57	1848010	MG	Araguari	18° 39' 04"	48° 12' 33"	-
58	1849000	MG	Ituiutaba	18° 56' 28"	49° 27' 47"	563
59	1941005	MG	Conselheiro Pena	19° 03' 42"	41° 31' 58"	-
60	1941006	MG	Pocrane	19° 35' 41"	41° 27' 29"	172
61	1942006	MG	Raul Soares	19° 59' 56"	42° 20' 51"	420
62	1943002	MG	Conceição do Mato Dentro	19° 01' 00"	43° 26' 39"	675
63	1943003	MG	Ferros	19° 15' 01"	43° 00' 52"	470
64	1943004	MG	Jaboticatubas	19° 31' 14"	43° 44' 40"	716
65	1943007	MG	Santa Bárbara	19° 56' 43"	43° 24' 04"	748
66	1943008	MG	Santa Maria de Itabira	19° 26' 31"	43° 07' 04"	538
67	1944020	MG	Santana de Pirapama	19° 00' 47"	44° 02' 12"	635
68	1944026	MG	Mateus Leme	19° 57' 51"	44° 27' 07"	847
69	1945004	MG	Bom Despacho	19° 45' 06"	45° 07' 01"	648
70	1946004	MG	Ibiá	19° 28' 30"	46° 32' 31"	855
71	1946007	MG	Ibiá	19° 31' 00"	46° 34' 16"	870
72	1946009	MG	São Gotardo	19° 18' 55"	46° 02' 40"	-
73	1947001	MG	Santa Juliana	19° 18' 57"	47° 31' 34"	950
74	1947006	MG	Patrocínio	19° 08' 48"	47° 11' 05"	742
75	1947008	MG	Sacramento	19° 52' 43"	47° 21' 17"	-
76	1947009	MG	Santa Juliana	19° 32' 15"	47° 27' 11"	975
77	2041005	MG	Caiana	20° 41' 38"	41° 55' 19"	747
78	2043002	MG	Nova Lima	20° 10' 45"	43° 56' 34"	1.350
79	2045001	MG	Bambuí	20° 01' 16"	45° 57' 58"	654
80	2046001	MG	Itaú de Minas	20° 44' 21"	46° 44' 07"	-
81	2142008	MG	Volta Grande	21° 46' 09"	42° 32' 23"	214
82	2143000	MG	Rio Pomba	21° 18' 34"	43° 12' 08"	512
83	2144009	MG	Tiradentes	21° 09' 54"	44° 08' 08"	880
84	2144019	MG	Andrelândia	21° 44' 05"	44° 18' 44"	897

Continuação. Identificação e localização dos postos pluviométricos da Região Sudeste.

Nº	Posto	UF	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
85	2145001	MG	Conceição do Rio Verde	21° 53' 14"	45° 04' 45"	850
86	2145003	MG	Três Corações	21° 43' 15"	45° 15' 52"	841
87	2146026	MG	Guaxupé	21° 17' 37"	46° 42' 14"	828
88	2146028	MG	Botelhos	21° 43' 21"	46° 26' 19"	875
89	2146030	MG	Muzambinho	21° 22' 50"	46° 31' 08"	1.040
90	2244065	MG	Alagoa	22° 10' 12"	44° 38' 13"	1.036
91	2245086	MG	Pouso Alegre	22° 23' 09"	45° 53' 05"	876
92	2245088	MG	Maria da Fé	22° 18' 53"	45° 22' 23"	1.200
93	2246047	MG	Santa Rita de Caldas	22° 01' 24"	46° 18' 14"	1.140
94	2246056	MG	Inconfidentes	22° 19' 16"	46° 19' 46"	875
95	2047025	SP	Orlândia	20° 44' 00"	47° 53' 00"	680
96	2048016	SP	Barretos	20° 37' 00"	48° 46' 00"	490
97	2048077	SP	Colômbia	20° 15' 00"	48° 39' 00"	500
98	2049002	SP	Cardoso	20° 08' 00"	49° 58' 00"	420
99	2049003	SP	Orindiúva	20° 11' 00"	49° 22' 00"	500
100	2049013	SP	Onda Verde	20° 37' 00"	49° 18' 00"	520
101	2049028	SP	Nipoã	20° 55' 00"	49° 47' 00"	460
102	2050001	SP	Santa Albertina	20° 02' 00"	50° 44' 00"	410
103	2051007	SP	Pereira Barreto	20° 44' 00"	51° 08' 00"	350
104	2147027	SP	Luís Antônio	21° 35' 00"	47° 42' 00"	670
105	2147043	SP	Descalvado	21° 58' 00"	47° 42' 00"	780
106	2147073	SP	Casa Branca	21° 56' 00"	47° 08' 00"	610
107	2148007	SP	Sertãozinho	21° 11' 00"	48° 07' 00"	490
108	2148015	SP	Santa Adélia	21° 16' 00"	48° 46' 00"	570
109	2148044	SP	Ibitinga	21° 49' 00"	48° 48' 00"	420
110	2148079	SP	Araraquara	21° 40' 00"	48° 14' 00"	680
111	2149006	SP	Urupês	21° 11' 00"	49° 18' 00"	420
112	2149007	SP	Barbosa	21° 16' 00"	49° 56' 00"	400
113	2149064	SP	Guaranta	21° 53' 00"	49° 32' 00"	450
114	2150001	SP	Araçatuba	21° 03' 00"	50° 28' 00"	320
115	2150040	SP	Rancharia	21° 57' 00"	50° 56' 00"	320
116	2150041	SP	Tupã	21° 58' 00"	50° 27' 00"	480
117	2151008	SP	Panorama	21° 21' 00"	51° 51' 00"	265
118	2151011	SP	Irapuru	21° 34' 00"	51° 21' 00"	440
119	2151020	SP	Presidente Venceslau	21° 53' 00"	51° 50' 00"	400
120	2151055	SP	Mirandópolis	21° 08' 00"	51° 06' 00"	430
121	2244010	SP	Cachoeira Paulista	22° 41' 31"	44° 58' 30"	550
122	2244133	SP	Bananal	22° 41' 00"	44° 19' 00"	460
123	2245053	SP	Aparecida	22° 57' 00"	45° 15' 00"	690
124	2245054	SP	Monteiro Lobato	22° 56' 00"	45° 50' 00"	680
125	2246033	SP	Bragança Paulista	22° 52' 55"	46° 37' 54"	760
126	2247015	SP	Itirapina	22° 18' 00"	47° 45' 00"	610

Continuação. Identificação e localização dos postos pluviométricos da Região Sudeste.

Nº	Posto	UF	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
127	2247042	SP	Campinas	22° 50' 00"	47° 04' 00"	630
128	2247044	SP	Rio das Pedras	22° 52' 00"	47° 37' 00"	615
129	2247054	SP	Conchal	22° 18' 03"	47° 08' 01"	570
130	2248009	SP	Dourado	22° 08' 00"	48° 19' 00"	700
131	2248015	SP	Pederneiras	22° 19' 00"	48° 53' 00"	480
132	2248025	SP	Anhembi	22° 41' 00"	48° 07' 00"	560
133	2248030	SP	Botucatu	22° 52' 00"	48° 39' 00"	800
134	2249025	SP	Agudos	22° 35' 00"	49° 24' 00"	540
135	2249034	SP	Ourinhos	22° 59' 00"	49° 50' 00"	460
136	2249070	SP	Avaí	22° 10' 00"	49° 20' 00"	500
137	2249086	SP	Óleo	22° 57' 00"	49° 23' 00"	660
138	2250009	SP	Rancharia	22° 13' 00"	50° 53' 00"	550
139	2250016	SP	Assis	22° 38' 00"	50° 24' 00"	560
140	2250045	SP	Rancharia	22° 38' 00"	50° 34' 00"	330
141	2251012	SP	Mirante do Paranapanema	22° 18' 00"	51° 55' 00"	440
142	2251013	SP	Taciba	22° 23' 00"	51° 17' 00"	390
143	2252037	SP	Teodoro Sampaio	22° 33' 00"	52° 35' 00"	300
144	2345034	SP	Paraibuna	23° 22' 00"	45° 41' 00"	670
145	2345051	SP	Caraguatatuba	23° 38' 00"	45° 26' 00"	20
146	2346046	SP	São Paulo	23° 31' 00"	46° 41' 00"	730
147	2346344	SP	Igarata	23° 12' 00"	46° 09' 00"	780
148	2347011	SP	Indaiatuba	23° 10' 00"	47° 08' 00"	700
149	2347056	SP	Tietê	23° 06' 00"	47° 43' 00"	470
150	2347146	SP	Ibiuna	23° 43' 00"	47° 07' 00"	950
151	2347149	SP	São Miguel Arcanjo	23° 44' 00"	47° 56' 00"	730
152	2348005	SP	Bofete	23° 06' 00"	48° 15' 00"	580
153	2348031	SP	Itapeva	23° 58' 00"	48° 57' 00"	620
154	2348033	SP	Angatuba	23° 33' 50"	48° 23' 23"	580
155	2348076	SP	Capão Bonito	23° 57' 00"	48° 25' 00"	720
156	2349023	SP	Itaporanga	23° 43' 19"	49° 33' 21"	470
157	2446003	SP	Itanhaém	24° 11' 00"	46° 48' 00"	3
158	2447037	SP	Iguape	24° 42' 00"	47° 34' 00"	3
159	2447042	SP	Juquiá	24° 10' 59"	47° 37' 00"	10
160	2448008	SP	Ribeirão Branco	24° 13' 00"	48° 46' 00"	900
161	2448026	SP	Barra do Turvo	24° 45' 00"	48° 30' 00"	160
162	2141007	RJ	Cambuci	21° 37' 36"	41° 53' 09"	42
163	2241010	RJ	Macaé	22° 06' 00"	41° 28' 00"	-
164	2242008	RJ	Silva Jardim	22° 32' 56"	42° 32' 46"	1.620
165	2243007	RJ	Rio das Flores	22° 12' 31"	43° 37' 24"	444
166	2244033	RJ	Valença	22° 13' 52"	44° 03' 53"	544
167	2344007	RJ	Parati	23° 13' 25"	44° 45' 50"	30
168	1839001	ES	Conceição da Barra	18° 33' 44"	39° 44' 50"	3

Continuação. Identificação e localização dos postos pluviométricos da Região Sudeste.

Nº	Posto	UF	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
169	1840012	ES	Montanha	18° 08' 44"	40° 08' 38"	96
170	1841009	ES	Mantenópolis	18° 54' 32"	41° 07' 18"	900
171	1939002	ES	Linhares	19° 34' 39"	39° 47' 40"	3
172	1940002	ES	Aracruz	19° 57' 28"	40° 09' 16"	5
173	1941008	ES	Afonso Cláudio	19° 54' 04"	41° 03' 29"	250
174	1941012	ES	Pancas	19° 3' 33"	41° 01' 39"	500
175	2040015	ES	Domingos Martins	20° 17' 01"	40° 46' 59"	640
176	2041010	ES	Cachoeiro do Itapemirim	20° 42' 07"	41° 00' 59"	580
177	2141014	ES	Mimoso do Sul	21° 12' 22"	41° 27' 46"	59

Anexo II: Períodos de ocorrência de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) analisados.

Anos	Mês	Períodos de ocorrência	ENOS
1980	janeiro	17/01 a 31/01	normal
1980	fevereiro	06/02 a 20/02	normal
1980	dezembro	01/12 a 15/12	normal
1981	dezembro	28/11 a 12/12	normal
1982	janeiro	28/12/1981 a 11/01	normal
1983	janeiro	01/01 a 15/01	el niño
1985	janeiro	23/01 a 06/02	la niña
1985	fevereiro	19/02 a 05/03	la niña
1987	janeiro	26/12/1986 a 09/01/1987	el niño
1987	fevereiro	01/02 a 15/02	el niño
1988	fevereiro	31/01 a 14/02	el niño
1990	janeiro	01/01 a 15/01	normal
1991	janeiro	10/01 a 18/01	normal
1992	janeiro	16/01 a 31/01	el niño
1993	fevereiro	02/02 a 06/02/1993	normal
1993	fevereiro	09/02 a 16/02	normal
1995	fevereiro	02/02 a 06/02	el niño
1995	fevereiro	17/02 a 23/03	el niño
1995	dezembro	13/12 a 17/12	la niña
1995	dezembro	26/12/1995 a 05/01/1996	la niña
1996	janeiro	01/01 a 11/01	la niña
1996	fevereiro	03/02 a 25/02	la niña
1997	janeiro	02/01 a 08/01	normal
1997	janeiro	20/01 a 29/01	el niño
1998	fevereiro	12/02 a 16/02	normal
1999	janeiro	06/01 a 18/01	la niña
2000	janeiro	01/01 a 08/01	la niña
2000	dezembro	17/12 a 22/12	la niña
2001	dezembro	24/12 a 28/12	normal
2002	fevereiro	04/02 a 07/02	normal
2002	fevereiro	16/02 a 24/02	normal
2002	dezembro	10/12 a 16/12	el niño
2002	dezembro	27/12 a 07/01/2003	el niño
2003	janeiro	13/01 a 19/01	el niño
2003	janeiro	25/01 a 01/02	el niño
2004	janeiro	02/01 a 06/01	normal
2004	janeiro	10/01 a 20/01	normal
2004	janeiro	25/01 a 29/01	normal
2005	dezembro	11/12 a 16/12	la niña
2006	janeiro	01/01 a 08/01	la niña

Continuação. Períodos de ocorrência de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) analisados.

Anos	Mês	Períodos de ocorrência	ENOS
2006	janeiro	27/01 a 02/02	la niña
2006	dezembro	26/11 a 02/12	el niño
2006	dezembro	07/12 a 16/12	el niño
2007	janeiro	27/12/2006 a 16/01/2007	el niño
2007	janeiro	22/01 a 27/01	el niño
2008	fevereiro	30/01 a 08/02	la niña
2008	fevereiro	22/02 a 25/02	la niña
2008	dezembro	03/12 a 07/12	normal
2008	dezembro	12/12 a 20/12	normal
2009	janeiro	04/01 a 08/01	normal
2009	janeiro	20/01 a 24/01	normal
2009	dezembro	04/12 a 09/12	el niño
2009	dezembro	12/12 a 15/12	el niño
2010	dezembro	27/12 a 31/12	la niña

Anexo III: Número de mortes e de desalojados na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 1980 e 1989.

Número de mortes na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 1980 e 1989.

ZCAS	jan. 1980	fev. 1980	dez. 1980	dez. 1981	jan. 1982	jan. 1983	jan. 1985	fev. 1985	jan. 1987	fev. 1987	fev. 1988	Total
ES	0	0	0	0	0	34	0	0	0	0	0	34
MG	11	0	16	4	12	86	64	0	17	0	0	210
RJ	6	0	0	60	16	0	17	27	1	1	201	329
SP	1	23	2	6	0	5	3	2	21	85	1	149
Saldo	18	23	18	70	28	91	118	29	39	86	202	722

Fonte: O Estado de S. Paulo; Folha de S. Paulo. Organizado por Leônidas M. Malvestio.

Número de desalojados na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 1980 e 1989.

ZCAS	jan. 1980	fev. 1980	dez. 1980	dez. 1981	jan. 1982	jan. 1983	jan. 1985	fev. 1985	jan. 1987	fev. 1987	fev. 1988	Total
ES	2.400	0	13.500	0	0	0	10.631	0	0	0	0	26.531
MG	9.427	12.000	1.146	4.395	3.918	3000	63.335	0	4.266	0	0	101.487
RJ	0	0	0	5.000	3.000	300	21.000	650	600	0	8.524	39.074
SP	10.000	2.500	100	700	0	0	5.141	0	200	20.681	5.000	44.322
Saldo	21.827	14.500	14.746	10.095	6.918	10.579	100.107	0	5.066	20.681	13.524	211.414

Fonte: O Estado de S. Paulo; Folha de S. Paulo. Organizado por Leônidas M. Malvestio.

Anexo IV: Número de mortes e de desalojados na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 1990 e 1999.

Número de mortes na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 1990 e 1999.

ZCAS	jan. 1990	jan. 1991	jan. 1992	fev. 1993	fev. 1995	dez. 1995	jan. 1996	fev. 1996	jan. 1997	fev. 1998	jan. 1999	Total
ES	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
MG	13	27	18	9	2	30	0	0	84	0	3	186
RJ	0	29	7	0	8	0	3	66	7	7	1	128
SP	0	2	4	1	43	3	21	22	23	3	5	127
Saldo	13	62	29	10	53	33	25	88	114	10	9	446

Fonte: O Estado de S. Paulo; Folha de S. Paulo. Organizado por Leônidas M. Malvestio.

Número de desalojados na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 1990 e 1999.

ZCAS	jan. 1990	jan. 1991	jan. 1992	fev. 1993	fev. 1995	dez. 1995	jan. 1996	fev. 1996	jan. 1997	fev. 1998	jan. 1999	Total
ES	0	1.500	0	0	0	0	500	0	6.160	0	0	8.160
MG	42.000	30.000	9.323	880	0	4.750	0	0	43.622	0	0	130.575
RJ	0	6.569	4.338	0	0	0	0	4000	20.470	32.350	0	67.727
SP	5.032	1.000	1.630	0	12.500	2.080	2.043	520	5.797	1.420	2.530	34.552
Saldo	47.032	39.069	15.291	880	12.500	6.830	2.543	4.520	76.049	33.370	2.530	240.614

Fonte: O Estado de S. Paulo; Folha de S. Paulo. Organizado por Leônidas M. Malvestio.

Anexo V: Número de mortes e de desalojados na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 2000 e 2010.

Número de mortes na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 2000 e 2010.

ZCAS	jan. 2000	dez. 2000	dez. 2001	fev. 2002	dez. 2002	jan. 2003	jan. 2004	dez. 2005	jan. 2006	dez. 2006	jan. 2007	fev. 2008	dez. 2008	jan. 2009	dez. 2009	dez. 2010	Total
ES	0	7	0	0	0	3	9	0	0	4	0	0	2	1	1	4	31
MG	14	5	1	23	1	45	15	9	0	5	4	9	10	4	1	12	158
RJ	13	0	60	0	34	35	11	4	16	3	30	10	3	8	2	0	229
SP	15	2	0	0	0	10	16	0	7	0	3	1	0	0	28	1	83
Saldo	42	14	61	23	35	93	51	13	23	12	37	20	15	13	32	17	501

Fonte: O Estado de S. Paulo; Folha de S. Paulo. Organizado por Leônidas M. Malvestio.

Número de desalojados na região Sudeste do Brasil, por estado, relacionados a eventos ZCAS entre 2000 e 2010.

ZCAS	jan. 2000	dez. 2000	dez. 2001	fev. 2002	dez. 2002	jan. 2003	jan. 2004	dez. 2005	jan. 2006	dez. 2006	jan. 2007	fev. 2008	dez. 2008	jan. 2009	dez. 2009	dez. 2010	Total
ES	0	5.000	0	0	0	4.931	0	1.499	0	2.058	0	0	5.343	4.700	3.831	7.300	34.662
MG	81.530	400	495	2.000	1.200	13.699	10.263	0	0	6.982	0	2.800	10.500	92.660	2.023	11.320	235.872
RJ	9.700	0	1.806	0	1.500	2.200	4.141	0	0	0	13.491	2.350	30.036	12.000	183	0	77.407
SP	15.852	220	2.000	3.325	140	1.200	2.727	0	780	0	327	3.550	0	0	1.960	11.441	43.522
Saldo	107.082	5.620	4.301	5.325	2.840	22.030	17.131	1.499	780	9.040	13.818	8.700	45.879	109.360	7.997	30.061	391.463

Fonte: O Estado de S. Paulo; Folha de S. Paulo. Organizado por Leônidas M. Malvestio.

As chuvas diminuem em Minas e o prejuízo chega a 1 trilhão

O sol voltou a brilhar ontem em Belo Horizonte e as chuvas diminuíram em todas as regiões de Minas Gerais. Apesar disso, um barracão desabou na capital mineira, matando duas pessoas e ferindo outras duas, o que aumentou para 96 o número de mortos em todo o Estado. Os prejuízos com as chuvas já chegam a Cr\$ 1 trilhão em todo o Estado e para os 61.600 desabrigados registrados pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (Cedec), o governador de Minas, Hélio Garcia, já anunciou que pretende colocar à sua disposição todas as unidades habitacionais que não foram vendidas.

Segundo o governador, todos aqueles que estão sem habitação em Belo Horizonte e nas cidades que foram atingidas, serão removidos para estas unidades. Disse que em Belo Horizonte só a Minas Caixa tem 1.336 unidades, em Belo Horizonte 150; Brumadinho, 163; Governador Valadares, 50 e Nova Era, 228. Classificou a medida adotada como rápida e prática e afirmou que depois tratará com os órgãos federais os recursos e com os flagelados as condições de pagamento.

As chuvas destruíram em Minas 1.300 casas, 110 pontes, duas escolas e danificaram 2.600 casas, quatro prédios públicos, 20 pontes em 141 municípios. As últimas cidades atingidas pelas águas foram Itabira, Itueta, João Monlevade, Coroaci, Presidente Soares, Resplendor, Tumiritinga, e Rio Casca. Mas, ontem, choveu mais em Oliveira, no Sul do Estado.

Retiradas de seus barracos, no Vera Cruz, em Belo Horizonte, cerca de 700 pessoas continuavam ontem distribuídas nos abrigos Belo Horizonte e São Paulo, numa quadra de esportes, num salão paroquial e em 16 escolas. Os barracos foram condenados porque uma trinca de 700 metros de extensão ameaçava desabar do morro em que viviam. Além delas, mais 3.850 flagelados permanecem nos abrigos e alojamentos improvisados. Cerca de 200 pessoas, a maioria voluntários, davam assistência ontem aos desabrigados. Dezenove apartamentos de dois prédios no bairro São Lucas permanecem desocupados porque os moradores temem desabamento.

Já em Governador Valadares, no Vale do Rio Doce, mais 5.825 pessoas foram retiradas ontem de suas casas

como medida preventiva da defesa civil, elevando para 17.825 o número total de desalojados naquela cidade. A maioria morava na Ilha dos Araújos, constantemente invadida pelas águas no período das chuvas. O número de pessoas que perderam suas casas em Governador Valadares chega a 2.526.

Em Divinópolis, no Oeste mineiro, a água começou a voltar ontem à tarde às torneiras. O abastecimento da Copasa — Companhia de Saneamento de Minas Gerais — foi interrompido durante cinco dias, afetando cerca de 130 mil pessoas devido à inundação dos equipamentos da Estação de Tratamento e Comandos Elétricos.

O governador Hélio Garcia anunciou que vai sobrevoar hoje com os ministros Mário Andreazza e Danilo Venturini a região mais atingida pela enchente. Disse que seguirá a seguinte programação: Ipatinga, Raul Soares, Matipó, Manhuaçu, Santana do Manhuaçu, Mutum, Aimorés, Governador Valadares.

Revelou ter conseguido no encontro com os ministros Delfim Netto e Mário Andreazza, em Brasília, Cr\$ 25 bilhões para um Programa de Infra-Estrutura de Habitação — Promorar —, 12 bilhões do BNH para saneamento, habitação e saúde, den-

tro do Programa João de Barro, a fundo perdido. Destacou ainda que conseguiu, como resultado da viagem, Cr\$ 18 bilhões através da Caixa Econômica Federal para a área de saúde, Cr\$ 5 bilhões do Ministério dos Transportes para o sistema viário urbano, 12,5 milhões de dólares para a rede hospitalar da Fhemig e Cr\$ 350 milhões para alimentos e remédios.

Estrada

Vinte e oito trechos das rodovias mineiras estão impedidos. Entre eles a BR-352 entre Coromandel e Entrocamento da BR-365, devido ao transbordamento do Rio Santo Antônio. A opção de tráfego é Coromandel-São João da Serra-Patos de Minas. Dezessete trechos estão impedidos para veículos pesados. Chega a 75 o número de trechos precários nas estradas mineiras.

A rede ferroviária federal não liberou ontem a volta dos trens que saem de Belo Horizonte para as cidades do interior do Estado, Espírito Santo e Rio de Janeiro, e várias linhas de ônibus para o interior continuam suspensas.

Além das 74 cidades em situação de emergência, mais sete foram incluídas ontem pela Coordenadoria Estadual de Defesa Civil na mesma condição. São elas: Patos de Murié, Tumiritinga, João Monlevade, Resplendor, Ipatinga, Ponte Nova e Presidente Prudente.

Os prejuízos causados pelas chuvas em Minas ainda não estão totalmente contabilizados, mas calcula-se que chegue a Cr\$ 1 trilhão em todo o Estado. As perdas atingiram quase todos os setores: a Companhia de Saneamento de Minas Gerais — Copasa — teve um prejuízo de Cr\$ 1,5 bilhão somente com o rompimento de uma adutora em Belo Horizonte; os produtores e as cooperativas de leite calculam ter sofrido perdas diárias de Cr\$ 45 milhões. As chuvas também afetaram o abastecimento de carvão vegetal para as usinas mineiras: em apenas 30 dias o preço de um saco de 50 quilos de carvão passou de Cr\$ 40 mil para Cr\$ 85 mil. O diretor do Sindicato das Empresas de Transporte de Carga de Minas, Helber Boscoli Lara, disse não ter ainda uma estimativa das perdas, mas calcula que houve uma queda de 20% no movimento diário das empresas.

Telegrama de Tancredo

De Lisboa, onde se encontrava ontem, o presidente eleito Tancredo Neves enviou telex ao governador Hélio Garcia, de Minas Gerais, dizendo-se "consternado" diante do agravamento das chuvas em seu Estado. O telex, passado através da embaixada brasileira em Portugal, e distribuído à noite em Belo Horizonte pelo Palácio da Liberdade, é o seguinte:

"Tomei conhecimento, consternado, do agravamento das chuvas em nosso Estado e trago de Lisboa minha sentida expressão de solidariedade. Tenha a certeza de que acompanho de perto as dificuldades que enfrenta nossa população. Afetuoso abraço, Tancredo Neves".

Moreira se encontra com Sarney e consegue recursos para Petrópolis

O governador do Rio de Janeiro, Moreira Franco, esteve ontem com o presidente José Sarney, a quem entregou dois projetos, estimados em Cr\$ 5,5 bilhões, para a realização de obras de drenagem em rios da Baixada Fluminense. O governador disse que o presidente autorizou a liberação de Cr\$ 1,5 bilhão para a execução das obras de um extravasor no rio Quitandinha, em Petrópolis, cuja construção está orçada em Cr\$ 2,3 bi. Ontem, o Ministério do Interior liberou Cr\$ 240 milhões, dos Cr\$ 300 milhões liberados na segunda-feira, em caráter de emergência.

Segundo o governador, as obras da Baixada Fluminense dependem de aprovação da Caixa Econômica Federal (CEF) para a contratação do empréstimo. As obras são de drenagem e dragagem dos rios Sarapuí e Pavuna Meriti. Moreira Franco disse que o ministro dos Transportes, Reinaldo Tavares autorizou a demolição da ponte da Rede Ferroviária Federal (RFFSA) sob o rio Sarapuí. Ele afirmou que a ponte tem sido um ponto de obstrução permanente.

Pelo menos quatro pessoas morreram soterradas ontem à tarde após o deslizamento de uma pedra na favela Dona Marta, bairro de Botafogo, zona sul do Rio. A pedra atingiu onze barracos e o número de vítimas pode ser maior. Às 19h30, os bombeiros ainda lutavam, sob chuva, para resgatar sobreviventes. Pelo menos 12 pessoas foram retiradas com vida. Choveu muito no Estado durante a madrugada e a manhã de ontem. A Defesa Civil do Estado divulgou às 19h que o número de mortos em decorrência das chuvas era de 197, mas não havia computado ainda a Dona Marta.

De madrugada, um deslizamento de terra na Rocinha, favela da zona sul do Rio, matou um homem. O secretário de Saúde José Noronha disse à tarde que toda a água da Baixada Fluminense pode estar contaminada pela ruptura das tubulações e que a população deve fervê-la

O município de Caxias resolveu no início da noite suspender o Carnaval. No Rio, a queda de uma barreira atingiu o quartel dos bombeiros de Santa Teresa, zona central, ferindo três soldados. As estradas de acesso ao Rio permanecem em estado precário, mas apenas uma está fechada, a que liga ao município serrano de Miguel Pereira. Vários rios transbordaram no Rio e no interior. O prefeito do Rio, Saturnino Braga, disse que pode decretar estado de emergência se chover mais 24 horas. Ele disse que pediu verbas ao governo federal e obteve a informação de que cabe ao governo estadual redistribuir aos municípios a ajuda recebida.

Há 20 anos, estava prevista a possibilidade de ocorrer grandes enchentes no município de Petrópolis (a 66 km do Rio da região serrana), onde 165 pessoas morreram soterradas e cerca de 4 mil estão desabrigadas devido a temporais que ocorrem na região há uma semana. A informação consta em documento enviado ontem ao governo federal pela Empresa de Obras Públicas do Estado (Emop).

Fonte: Folha de S. Paulo. São Paulo, 13 fev. 1988, p. A-16. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/1988/02/13/339/4112386>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo VIII: Reportagem de 18 de janeiro de 1991.



Ivo Gonçalves/AE

Deslizamentos de morros: depois do temporal, desabrigados procuram nos barracos seus pertences que não ficaram destruídos

Temporal mata 21 pessoas no Rio e 7 em Minas Gerais

Friburgo está em estado de emergência e Teresópolis ficou isolada devido à queda de barreiras nas estradas

As fortes chuvas que atingiram os Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro mataram ontem 28 pessoas. Um temporal na região serrana do Rio causou a morte de 21 pessoas e deslizamentos e desabamentos de morros que soterraram dezenas de casas e deixaram centenas de desabrigados em Friburgo, Teresópolis e Petrópolis. O trânsito nas principais rodovias de acesso a esses municípios ficou prejudicado por causa da queda de barreiras. Friburgo está em estado de emergência.

Em Nova Friburgo, até o início da noite, 11 pessoas morreram na periferia, quando suas casas desabaram. A Defesa Civil informou que há 200 pessoas desabrigadas. O secretário de Defesa Civil do Estado, coronel José Albucacys, passou o dia em Nova Friburgo chefiando o atendimento

to às vítimas do temporal.

Em Petrópolis, os desabamentos mataram 9 pessoas. Às 10h45, duas crianças ficaram soterradas na rua Henrique Paixão, no bairro de Provisória. Quase uma hora depois, em outro desabamento no mesmo bairro, morreram duas mulheres e um homem. No bairro Duarte Silveira, na periferia, dois homens, uma mulher e uma criança foram soterrados num desabamento. Até a noite de ontem, os mortos ainda não tinham sido identificados.

Nos bairros de Nogueira e Caxambi também ocorreram vários desabamentos. O chefe da Defesa Civil de Petrópolis, Silvio Carvalho, acreditava ontem não haver necessidade de decretar estado de emergência. Ressaltou, no entanto, que a situação no município se agravará caso continue chovendo.

Teresópolis ficou isolada durante todo o dia, até à tarde de ontem, por causa da queda de barreiras nas rodovias de acesso à cidade. Às 14 horas, foi liberada ao tráfego uma

pista da Petrópolis-Teresópolis. De manhã, o Rio Paquetá transbordou, inundando as ruas do Centro.

No bairro de Corta Vento, na periferia, André Duarte de Paulo, de 4 anos, morreu soterrado. Na Granja Guarani, onde houve um deslizamento antecente num aterro ilegal, os bombeiros resgataram com vida o bebê Ataíde dos Santos, de 1 mês e 20 dias. No desabamento, três pessoas morreram e duas ficaram feridas.

A Defesa Civil informou no fim da tarde que 25 casas ficaram soterradas e 30 tiveram de ser interditadas por causa do risco de novos desabamentos. Cerca de 150 pessoas estavam desabrigadas. O 6º Distrito de Meteorologia do Rio informou que continuará a chover, principalmente na região serrana, por mais 24 horas. O tempo deve melhorar a partir de sábado.

Em Minas, 20 pessoas morreram por causa da forte chuva em todo o Estado, há uma semana. Há mais de 24 mil desabrigados. O sul do Estado é a região mais atingida e as ci-

dades de Passa Quatro, Itamonte e Itanhandu estão em estado de calamidade pública. Em Itajubá, o centro comercial foi inundado pelo Rio Sapucaí e 8 mil pessoas ficaram desabrigadas.

Na madrugada de ontem, em Coronel Fabriciano, no Vale do Aço, um barranco desabou, matando a aposentada Rosalina da Cruz, de 66 anos, e seus netos Juratan, de 8 anos, e Walquíria, de 6 anos. Em Juiz de Fora, na Zona da Mata, Maurício Inácio Nigro, de 6 anos, morreu soterrado. Em Itatiaiuçu, perto da capital, um homem morreu afogado nas inundações. Em Santana do Pirapama, a 164 quilômetros de Belo Horizonte, uma menina de 3 anos foi levada pelas águas de um córrego.

Na capital mineira, onde foram registradas 4 mortes, a Defesa Civil está alertando a população sobre o risco de novos desabamentos, principalmente em favelas. A previsão da Meteorologia é de que a chuva deve continuar hoje.

Fonte: O Estado de S. Paulo. São Paulo, 18 jan. 1991, p. 20. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/19910118-35560-nac-0020-999-20-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo IX: Reportagem de 06 de janeiro de 1997.

Chuva na capital mineira é a maior desde 1978

da Agência Folha, em Belo Horizonte, e da Reportagem Local

A chuva que atingiu Belo Horizonte nos primeiros cinco dias de 1997 já ultrapassou a média de chuvas de janeiro inteiro nos anos anteriores.

Segundo o 5º Distrito de Meteorologia, na capital mineira, já havia chovido 335 mm até as 10h de ontem. A média de chuvas no mês de janeiro inteiro é de 290 mm.

Anteontem, choveu mais em Belo Horizonte do que em qualquer outro dia dos últimos 18 anos. Das 10h de sexta-feira até as 10h de sábado, foram registrados 147,4 mm de chuva, volume que não acontecia desde 4 de fevereiro de 1978, quando o índice foi de 164,2 mm.

Em Itabirito (a 52 km de Belo Horizonte), a barragem de Rio das Pedras atingiu um nível inédito neste fim-de-semana.

Pela primeira vez em 50 anos de construção da barragem, a Cemig (Companhia Energética de Minas Gerais) teve de abrir sua comporta de emergência.

Com isso, o rio das Velhas passou a receber 300 mil litros de água por segundo, aumentando o nível das águas, que inundaram os municípios de Raposos, Rio Acima, Nova Lima e Sabará. Segundo a Cemig, não há risco de rompimento da barragem.

Previsão

Deve continuar chovendo hoje em Minas Gerais e no Rio de Janeiro, principalmente nas áreas sul e sudoeste dos dois Estados.

Segundo o setor de previsão do tempo do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), a conjunção de muita nebulosidade, causada por várias frentes frias, e uma nova frente, que chegou na última terça-feira à região Sudeste, causou as chuvas fortes que vêm atingindo os Estados.

A frente estacionou no Sudeste, com sua área de maior intensidade sobre o trecho que vai do Vale do Paraíba, em São Paulo, até o Espírito Santo.

Uma frente normal, segundo o Inpe, ficaria no local por cerca de três dias, mas ela se prolongou, em função de fatores como circulação de ventos e umidade. A intensidade das chuvas começa a diminuir hoje, mas o sol só deve aparecer no Rio e em Minas na quarta-feira.

As fortes chuvas fazem os mineiros recordarem o final de 1979 e o início de 1980, quando cerca de 300 mil pessoas ficaram desabrigadas em 300 municípios do Estado por causa das chuvas.

Em 1996, as chuvas de verão provocaram pelo menos 267 mortes em todo o país.

Os Estados mais atingidos, então, foram Rio de Janeiro, Pernambuco, São Paulo e Bahia.

O Rio de Janeiro foi vítima, em fevereiro de 1996, do maior temporal já registrado na cidade. Causou 68 mortes.

Nessa mesma semana, deslizamentos provocados pelas chuvas mataram 22 pessoas em São Paulo, no litoral norte do Estado e no Vale do Paraíba. As chuvas também causaram 28 mortes em Salvador (BA) e pelo menos 50 em Recife (PE), no mês de abril.

Fonte: Folha de S. Paulo. São Paulo, 06 jan. 1997, p. 3-1. Disponível em:
<<http://acervo.folha.com.br/fsp/1997/01/06/264/5344094>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo X: Reportagem de 25 de janeiro de 1997.

CHUVAS 1 Vale tem 11 estradas interditadas; Covas anunciou plano de emergência para construir casas para desabrigados.

Enchente no Ribeira é a pior em 50 anos

ROGÉRIO GENTILE
da Reportagem Local

A enchente no Vale do Ribeira foi a pior dos últimos 50 anos, segundo a Defesa Civil do Estado.

Em alguns pontos, o rio Ribeira de Iguape subiu 14,5 metros, como na cidade de Eldorado, a mais prejudicada pelas chuvas.

Existem na região, oficialmente, 8.268 desabrigados (pessoas que tiveram de sair de casa sem ter para onde ir) e cerca de 8.000 desalojados (que tiveram de deixar suas casas, mas se abrigaram com amigos e parentes).

Os desabrigados foram colocados em escolas, hospitais e ginásios esportivos. O governador Mário Covas anunciou ontem uma plana de emergência para a construção de habitações populares (leia texto abaixo).

A previsão da Defesa Civil é que apenas no domingo, se não voltar a chover forte, a água vá abaixar totalmente na região.

Por enquanto, o trabalho de emergência (distribuição de comida, água e roupas) está sendo feito, basicamente, por meio de nove helicópteros e barcos, segundo informações da Defesa Civil do Estado.

Hoje ainda, na cidade de Registro a água deve subir um pouco, atingindo cerca de dez metros além do leito normal.

Registro, que fica na parte baixa do rio onde o escoamento é lento, está recebendo as águas que estavam concentradas nas cidades localizadas acima. A secretaria estadual dos Transportes informou que 11 estradas da região do Vale do Ribeira estão interditadas.

O acesso à BR-116, em Barra do Turvo, também está fechado devido a queda de barreiras.

As equipes de manutenção rodoviária só vão poder entrar em ação quando o nível da água baixar.

Covas

O governador Mário Covas foi na manhã de ontem ao Vale do Ribeira. Ele disse que nos municípios de Eldorado, Registro e Sete Barras os estragos foram maiores.

"Felizmente o número de mortos não é tão significativo. Apesar de que uma morte já é suficiente para a nossa dor." Oficialmente, duas pessoas morreram na região.

O governador defendeu ontem a construção da usina hidrelétrica de Tijuco Alto. A barragem diminuiria o impacto das inundações.

A obra estava nos planos do seu antecessor, mas foi paralisada por liminar obtida na Justiça pelo Ministério Público, que alegou prejuízos ao meio ambiente.

O então deputado Fábio Feldman, hoje secretário estadual do Meio Ambiente, foi um dos maiores opositores da construção da usina. Covas diz que o impacto não seria tão grande.

O coronel Costa Ramos, coordenador estadual da Defesa Civil, visitou a região com o governador,

Ele disse que o atendimento de emergência está sendo difícil porque os acessos, principalmente, para Eldorado, estão interrompidos. Segundo o coronel, o mais dramático foi quando a defesa civil encontrou uma mulher no meio de uma plantação de banana em trabalho de parto. "Tivemos de socorrê-la de helicóptero."

Fonte: Folha de S. Paulo. São Paulo, 25 jan. 1997, p. 3-6. Disponível em:
<<http://acervo.folha.com.br/fsp/1997/01/25/264//5346402>>. Acesso em: 20 jul. 2012

Anexo XI: Reportagem de 14 de janeiro de 2004.

C 6 quarta-feira, 14 de janeiro de 2004

C O T I D I A N O

FOLHA DE S.PAULO

CLIMA *Minas Gerais e Espírito Santo são os Estados que registraram mais danos; Rio teve desabamentos, mas sem mortes*

Chuva já matou pelo menos 30 no Sudeste

THIAGO GUIMARÃES

DA AGÊNCIA FOLHA, EM BELO HORIZONTE

As chuvas que atingem a região Sudeste do país já deixaram um saldo de pelo menos 30 mortes: 13 em São Paulo, nove em Minas Gerais e oito no Espírito Santo. O Rio de Janeiro registrou desabamentos de casas, mas sem mortes.

Segundo a Defesa Civil de Minas, há 53 feridos e 904 desabrigados. Quatro municípios decretaram calamidade pública.

Em Vespasiano (região metropolitana de Belo Horizonte), Marcos Vinícius da Silva Donato, 14, morreu na madrugada de ontem após a queda de um barranco sobre a sua casa. O temporal causou ainda o desabamento de teto em Contagem, ferindo três pessoas.

De acordo com o Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia), das 14h de anteontem até 4h de ontem, choveu 33 mm em Belo Horizonte. A chuva acumulada em janeiro — 331 mm — já supera

em 12% a média histórica do mês.

Nos primeiros 20 dias de 2003, segundo a Defesa Civil, 26 pessoas morreram por causa das chuvas na região metropolitana. Neste ano, sete morreram soterradas e duas, arrastadas pelas águas.

Em Caratinga (a 295 km a leste de Belo Horizonte), continuavam as buscas por um menino de 13 anos que, anteontem, desapareceu no rio homônimo. A enchente que atingiu a cidade entre a noite do dia 11 e a madrugada de anteontem deixou um morto, 16 feridos e destruiu 24 casas.

Segundo a Prefeitura de Caratinga, 800 lojas foram atingidas pelas águas que invadiram o centro comercial. Muitos comerciantes ainda pagam financiamento

do governo estadual para recuperação de danos causados pela enchente de janeiro de 2003.

Segundo o serviço de meteorologia da Cemig (estatal de energia), nos próximos dias, ainda podem ocorrer chuvas fortes.

Estado de São Paulo

Em Barra Bonita, um homem morreu anteontem, depois que o carro em que estava foi levado por uma enxurrada.

Em Jaboticabal, mais dois corpos foram encontrados no córrego Santa Maria, no km 349 da rodovia Brigadeiro Faria Lima, onde um ônibus foi arrastado pelas águas da chuva na sexta.

Colaboraram ADRIANA CHAVES, da Agência Folha, e Regionais



Caminhão caído em buraco aberto pela chuva em Belo Horizonte

Fonte: Folha de S. Paulo. São Paulo, 14 jan. 2004, p. C6. Disponível em:
<<http://acervo.folha.com.br/fsp/2004/01/14/15//5262985>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo XII: Reportagem de 16 de janeiro de 2004.



Fernando Priamo/Tribuna de Minas

Vista aérea do Bairro Industrial, em Juiz de Fora: na cidade, uma criança morreu durante o temporal

Chuva castiga o Nordeste e mata 14 em MG

Em Aracaju, 2 pessoas estão desaparecidas; Piauí e Alagoas também enfrentam temporais

Várias cidades do Nordeste enfrentam problemas por causa da chuva. Duas pessoas estão desaparecidas em Aracaju e 10 mil casas estão em risco em Teresina. Em Minas, subiu para 14 o número de mortes registradas desde 15 de dezembro, em decorrência do mau tempo.

Em Juiz de Fora, a 250 quilômetros de Belo Horizonte, uma criança morreu durante o temporal que atingiu a Zona da Mata, anteontem à noite. Kildare Augusto Fernandes, de 4 anos, foi soterrado.

Na zona rural de Reduto, na mesma região, uma casa desabou, matando um casal. A Defesa Civil Estadual confirmou que o corpo do motoqueiro Reinaldo Anastácio da Silva, de 22 anos, arrastado anteontem pelas águas em Aimorés, no Vale do Rio Doce, foi encontrado no Córrego Machado, a 5 quilômetros da cidade.

Nesta madrugada, um novo

temporal voltou a atingir as cidades de Santa Bárbara do Leste e Santa Rita de Minas, na cabeceira do Rio Caratinga. Na segunda-feira, o temporal que atingiu Caratinga provocou duas mortes e deixou cerca de 3.200 pessoas desalojadas.

Em Aracaju, o Corpo de Bombeiros procura Rovando de Melo, de 27 anos, arrastado anteontem pelas águas na Avenida Canal 1, no Loteamento Nova Liberdade. Jefferson Santos Silva, de 15 anos, desapareceu quando pescava no Rio Poxim.

Pela manhã, o prefeito em exercício, Edvaldo Nogueira, visitou os bairros castigados pela chuva e comunicou a situação ao prefeito Marcelo Déda, que está de férias no Rio. A previsão é de que mais chuvas atinjam Sergipe na próxima semana.

Em Teresina, a Federação das Associações de Moradores do Piauí (Famepi) estima que 10 mil casas estão sob risco de

desabamento ou deslizamento. São moradias feitas de taipa e palha, assentadas em áreas de risco em favelas.

O presidente da Famepi, Diogo Pereira, disse que existe risco de desabamento em mais de 20 regiões da cidade. Ele pediu a intervenção dos governos estadual e municipal para adoção de medidas de emergência. Com as chuvas, centenas de casas

estão com paredes expostas.

EM
TERESINA,
CASAS PODEM
DESABAR

Em Arapiraca, a 136 quilômetros de Maceió, um temporal provocou desmoronamento de casas, quedas de postes, árvores e da torre da igreja.

Segundo o professor Luís Carlos Baldicero Molion, chefe do Departamento de Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas, as chuvas continuam até a próxima semana, chegando à capital entre segunda e terça-feira. (Alex Capella, Antônio Carlos Garcia, Luciano Coelho e Ricardo Rodrigues, especial para o Estado)

Fonte: O Estado de S. Paulo, São Paulo, 16 jan. 2004, p. C6. Disponível em:
<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20040116-40267-nac-33-cid-c6-not>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Maior chuva do ano deixa 6 mortos e paralisa SP

Quatro **irmãos** morreram soterrados em Santana de Parnaíba; na capital, o paulistano enfrentou 128 km de lentidão às 9h e **zero** às 15h; para **Kassab**, não houve **caos**, mas Tietê e Pinheiros **transbordaram** pela 2.^a vez em 3 meses

A maior chuva em dois anos deixou 6 mortos e pelo menos mil desabrigados na Grande São Paulo. Entre 10h de segunda-feira e 10h de ontem, a precipitação no Miritante de Santana, conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), foi de 99,7 milímetros – quase metade dos 202 mm esperados para dezembro. A explicação meteorológica para tal fenômeno é a “chuva frontal”, resultante do encontro de duas massas de ar: uma fria e seca com uma quente e úmida.

Com o recorde do ano, toda a capital ficou em estado de atenção das 3h14 às 15h25. Além do transbordamento dos Rios Tietê e Pinheiros, houve o extravasamento do Córrego Três Pontes, em Itaim Paulista, e do Rio Beirão dos Meninos, no limite de São Paulo com São Caetano do Sul. A lentidão chegou a 128 km no pico da manhã – houve 105 pontos de alagamento na capital, 26 intransitáveis.

As pessoas ficaram ilhadas em estações de trem, metrô, pontos de ônibus e antes mesmo de sair de casa. Mulheres andaram

Litoral e interior ficam em alerta

...Uma frente fria provocou chuvas moderadas e persistentes desde anteontem sobre o Estado de São Paulo e, principalmente, na faixa leste do Estado, que inclui a capital. De acordo com imagens de satélite, a frente fria já começa a deslocar-se, deixando uma condição mais favorável para a região metropolitana.

A mudança na direção dos ventos diminui o risco de chuvas in-

tensas. Hoje, o mesmo sistema frontal que atingiu São Paulo estaciona na altura de Minas, permitindo ainda que a Grande São Paulo receba pancadas, com menor volume. Segundo o Climatempo, no entanto, há possibilidade de muita chuva hoje no litoral norte, no Vale do Paraíba e na Serra da Mantiqueira. O tempo segue chuvoso amanhã no Vale do Paraíba e no litoral norte. ●

com o sapato de salto nas mãos, homens amarraram sacos plásticos nas pastas, motoboys, acostumados com desafios, tentavam, mas nem sempre conseguiam, vencer as águas que tomaram as vias. A capital brasileira que tem fama de “acordar cedo” teve de adiar o início do expediente para 13h em vários locais.

Pela segunda vez em três meses a calha bilionária, concluída há quatro anos para conter as enchentes do Tietê, foi insuficiente. Para especialistas, a falta de manutenção e de investimento para finalizar o

projeto, que já custou mais de R\$ 1,7 bilhão, levaram ao transbordamento do rio. No primeiro pronunciamento sobre os estragos, porém, o prefeito Gilberto Kassab (DEM) ainda tentou negar que a chuva tenha causado muitos transtornos. “Não foi o caos, a chuva foi é muito intensa”, afirmou. À noite, o governo do Estado disse que falhas em bombas hidráulicas, de responsabilidade da Prefeitura, contribuíram para os alagamentos.

Fonte: O Estado de S. Paulo. São Paulo, 09 dez. 2009, p. C1. Disponível em:

<<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20091209-42421-spo-35-cid-c1-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo XIV: Reportagem de 09 de dezembro de 2009.



André Vicente/Folha Image

Bombeiros retiram vítima de deslizamento de terra em Santana de Parnaíba; quatro irmãos, três dos quais crianças, estavam em um barraco que foi soterrado

Deslizamento mata quatro irmãos na Grande São Paulo

Três crianças e um jovem de 20 anos dormiam no mesmo quarto, em Santana de Parnaíba, quando foram soterrados

Mais duas mortes foram registradas; uma na capital, em Sapopemba, outra em Itaquaquecetuba; uma pessoa está desaparecida

DO "AGORA"

As chuvas de ontem causaram seis mortes em desabamentos e deslizamentos em São Paulo. O total de vítimas no Estado neste mês chega a 22 pessoas e quase alcança a marca registrada no verão de 2008.

Nos primeiros sete dias de dezembro, 16 pessoas morreram no Estado em decorrência das chuvas segundo os dados computados pela Operação Vérão, da Defesa Civil. O número representa 67% do total de 24 mortes registradas nos três meses do último verão — entre 1º de dezembro de 2008 e 31 de março deste ano.

O caso mais dramático aconteceu em Santana de Parnaíba (Grande SP). Um deslizamento matou quatro irmãos — três delas crianças. Eles dormiam juntos em um quarto de um barracão de quatro cômodos quando foram soterrados. Segundo os bombeiros, um barranco cedeu e desmoronou sobre o quarto por volta das 5h30, matando os gêmeos Juliana e Juliano, 7, Gilmara, 9, e João, 20.

Desesperado, Gilmar Souza dos Santos, 35, pai das três crianças, ajudou os bombeiros nos trabalhos de resgate. “Quanto mais escavava, mais descia terra”, disse Santos.

Ele contou que momentos antes do deslizamento fazia café para ir para o serviço.

Outras mortes

Depois de anos juntando dinheiro para comprar a casa própria, a diarista Deusí Conceição Ferreira Serra, 57, morreu esmagada sob os escombros de seu imóvel. Segundo familiares, ela comprou a casa em outubro, na Vila Zélia, em Itaquaquecetuba (Grande SP).

A casa, que foi construída sobre um córrego, rachou ao meio quando a água subiu. “Ontem [anteontem] eu falei que ia dormir aqui, mas ela me deu uma bronca e falou para eu dormir com a minha mulher”, contou o filho da diarista, Augusto Fabiano Serra, 35. A casa vizinha à da diarista também ruui, mas os moradores escaparam.

Em São Paulo, o catador de papel Francisco Oliveira Lima, 45, morreu após parte de um barranco desabar, na madrugada de ontem, sobre seu barraco no Parque Santa Madalena, em Sapopemba (zona leste).

Lima estava dormindo no momento do acidente. Ele foi encontrado pelos bombeiros uma hora depois.

Em Cajamar (Grande São Paulo), um homem desapareceu desde a manhã de ontem, após ser levado pela correnteza no ribeirão dos Cristais.

Também ontem, um garoto de dois anos caiu em uma vala e morreu em São Vicente (65 km de SP). O caso, no entanto, não foi contabilizado pela Defesa Civil do Estado como morte por causa da chuva, apesar de os bombeiros acreditarem que a chuva colaborou para que a vala tivesse volume maior de água do que o normal.

Fonte: Folha de S. Paulo. São Paulo, 09 dez. 2009, p. C2. Disponível em: <<http://acervo.folha.com.br/fsp/2009/12/09/52//5813064>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo XV: Reportagem de 09 de dezembro de 2009.



CEAGESP
Produtores perdem pães, melancias e R\$ 15 milhões

... Quando o empresário Eduardo Macedo acordou, às 6h de ontem, ligou a TV e pensou: "Ai, meus pãezinhos". Ele viu que o Rio Pinheiros havia transbordado. "Sempre que isso ocorre, a Ceagesp fica alagada. E meus pãezinhos molham e vão para o lixo," Macedo é dono da única padaria da Companhia de Entrepósto e Armazéns de São Paulo (Ceagesp). "Nos 30 anos que trabalho aqui, já vi quatro encheres: no início dos anos 90, em 2005, em setembro deste ano e a agora", disse. Ao chegar à padaria, às 7h, viu que a água suja do Rio Pinheiros já havia entrado pelas galerias e bueiros e tomado cerca de 300 dos 700 mil m² da Ceagesp. Foram para o lixo 3 mil pães.

Esse prejuízo é só uma pequena parte dos estragos na Ceagesp. O alagamento, que chegou a 70 centímetros de altura na maioria dos galpões, prejudicou principalmente a área das frutas. Melancias e abacaxis, depositados nas regiões mais atingidas, boiavam (a companhia recebe 10 toneladas de melancia por mês e outras 5 de abacaxi). "O pior foi que tivemos de fechar os portões e parar todo o comércio", reclamou o gerente do entre-

posto, Vinicius Ferraz. A venda de pescados foi interrompida às 3 horas, quando funcionários perceberam que o rio invadiria a área. O restante do comércio parou cinco horas depois. Ferraz calcula prejuízo de R\$ 15 milhões, média de um dia de faturamento da Ceagesp.

Caminhoneiros foram impedidos de entrar no local. E os que estavam lá, com veículos cheios, não puderam descarregar. "Temos de limpar a área antes", afirmou Ferraz. O caminhoneiro Aurélio Alves chegou às 18h de segunda-feira com 2 mil melancias vindas de Capela do Alto (SP). "Comecei a tirar as frutas na madrugada, mas tive de parar", lamentou.

Os motoristas impedidos de trabalhar se aglomeraram ao lado de seus caminhões estacionados na Avenida Doutor Gastão Vidigal e em um bar dentro do complexo.

• CRISTIANA VIEIRA, DIEGO ZANCHETTA,
FILIPE VILICIC, GILBERTO AMENDOLA,
VITOR HUGO BRANDALISE

Fonte: O Estado de S. Paulo. São Paulo, 09 dez. 2009, p. C9. Disponível em:
<<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20091209-42421-spo-43-cid-c9-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo XVI: Reportagem de 13 de janeiro de 2011.



Fenômeno raro e ocupação caótica agravam tragédia

Deslizamento chamado de corrida de lama e detritos é o de maior magnitude possível e empurra massa de lama, árvores e água

Bruno Tavares
Rodrigo Brancatelli

A catástrofe da região serrana do Rio foi causada por um tipo de deslizamento considerado raro e avassalador por geólogos. Além do escorregamento de terra, a tragédia foi agravada por um fenômeno chamado de corrida de lama e detritos. É quando uma série de deslizamentos acontece ao mesmo tempo, no mesmo lugar, e tão rápido que praticamente impede que as pessoas se protejam. Trata-se da maior magnitude de escorregamento de terra possível.

"É uma avalanche de poder destrutivo estúpido", explica o

geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, ex-diretor de Planejamento e Gestão do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). "A massa de terra e detritos acaba com o que está pela frente."

Essa avalanche fez com que corpos das vítimas fossem carregados morro abaixo por até 15 quilômetros de distância. "Na verdade, o deslizamento é a massa de solo que desloca. Chove, encharca e desloca", diz Kátia Canil, do Laboratório de Riscos Ambientais do IPT. "A corrida ocorre quando vários deslizamentos se juntam, formam uma massa maior com árvores, terra, água e detritos e destrói o que vem pela frente. É muita velocidade."

Ainda de acordo com os geólogos, a corrida acaba destruindo uma área muito maior, inclusive regiões que não ficam exatamente nas encostas. Esse tipo de fenômeno é considerado incomum porque é necessário uma somatória de fatores, como uma grande quantidade de chuva, um solo já encharcado e instável e declives muito acentuados.

Foi justamente a corrida de lama e detritos que causou algumas das maiores tragédias do País, como o deslizamento de Caraguatatuba, em 1967, e o desastre de Santa Catarina, em 2008. "O deslizamento acontece em espaços mais curtos e a chance de escapar acaba sendo maior", ex-

plica Kátia Canil. "A corrida vai mais longe e é mais implacável."

Administração. Ainda que tenha um grande poder de destruição, a "corrida" no Rio só causou tantas mortes porque, a exemplo de outras cidades brasileiras, Teresópolis, Nova Friburgo e Petrópolis sofrem com a ocupação desordenada de encostas – por favelas e por loteamentos de classe média e de luxo. Ainda de acordo com especialistas, o poder público também tem sua parcela de culpa pela tragédia, por não fiscalizar a ocupação do solo.

"É bom sempre frisar que a responsabilidade não deve ser creditada a fenômenos como o aquecimento global ou a imprevistos geológicos e pluviométricos. Tudo que tem acontecido está associado à desordenada ocupação urbana de áreas geologicamente inadequadas", diz o geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos. "Em respeito à vida e por um ato de justiça social, os geotécnicos devem redobrar o empenho em pressionar as autoridades a optar pelo reassentamento das populações nas áreas de alto risco."

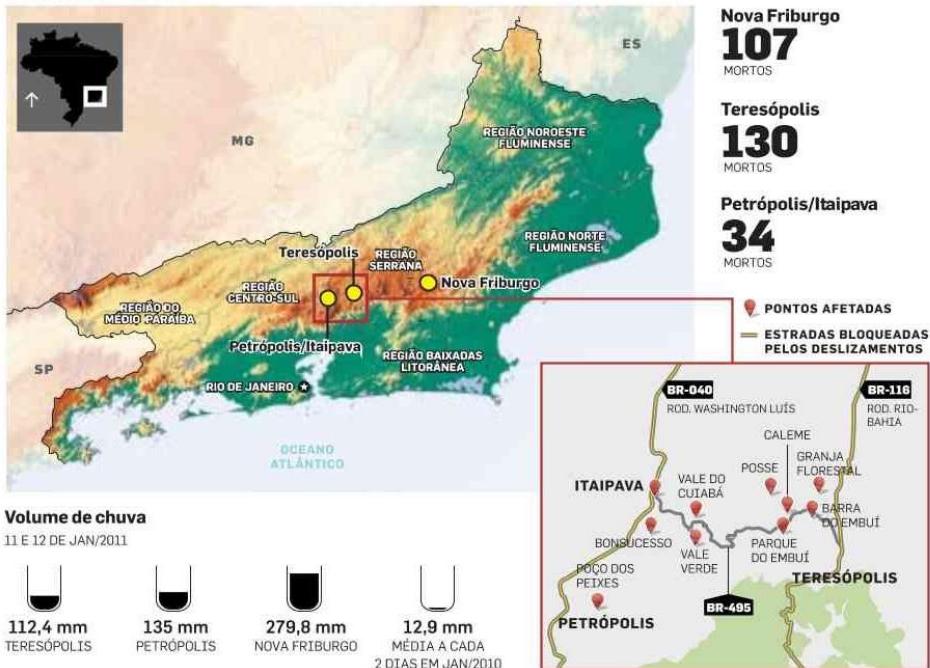
Fonte: O Estado de S. Paulo, São Paulo, 13 jan. 2011, p. C3. Disponível em:
<<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20110113-42821-spo-31-cid-c3-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo XVII: Reportagem de 13 de janeiro de 2011.

PERIGO NOS MORROS

- Deslizamentos e mortes aconteceram na Região Serrana, no centro do Estado

Cidades afetadas



FONTE: PREFEITURAS MUNICIPAIS, DEFESAS CIVIS, CORPO DE BOMBEIROS, INMET

Crea alertou para a ocupação irregular das encostas

Os três municípios atingidos ontem pelos deslizamentos de terra foram alertados pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Rio (Crea-RJ) sobre essa ocupação irregular nos últimos dois anos. É o que explica o presidente da entidade, Agostinho Guerreiro. "Fizemos contatos regulares por meio dos engenheiros filiados e nunca obtivemos resposta. Isso não é novidade. Em Niterói, mesmo após a tragédia do Morro do Bumba, a prefeitura não respondeu a nossos alertas."

O planejamento urbanístico da ocupação do solo na região serrana é "próximo de zero", segundo ele. "As prefeituras são despreparadas do ponto de vista técnico e permitem tanto a ocupação de encostas pelos menos favorecidos como a construção de grandes condomínios de luxo em nome do turismo." O secretário estadual de Meio Ambiente do Rio, Carlos Minc, esteve ontem nos municípios atingidos pelos temporais. "Trata-se da combinação de catástrofe natural com uma irresponsabilidade absoluta", disse.

Enchentes e deslizamentos na região serrana acontecem desde os anos 1960. A pior delas foi em 1988, quando 171 morreram em Petrópolis e 300 no Estado. Após a tragédia, obras foram anunciadas, mas mesmo assim, 99 pessoas morreram na região serrana de 2000 a 2009. No ano passado, quando as chuvas mataram 175 no Rio, um homem morreu em Petrópolis. /

PEDRO DANTAS e BRUNO BOGHOSIAN

Fonte: O Estado de S. Paulo, São Paulo, 13 jan. 2011, p. C3. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/pagina/#!/20110113-42821-spo-31-cid-c3-not>>. Acesso em: 20 jul. 2012.

Anexo XVIII: Reportagem de 16 de fevereiro de 2011.

Avalanches no RJ chegaram a 180 km/h

Texto cita como causas a geologia da região, a ocupação irregular do solo e as fortes chuvas em períodos curtos

EVANDRO SPINELLI
DE SÃO PAULO

As avalanches que atingiram a região serrana do Rio na tragédia de um mês atrás, que matou ao menos 902 pessoas, atingiram 180 km/h. Cada massa de terra que se descolava do morro despenhava 1 km em 20 segundos.

Os dados constam do relatório elaborado pelo Serviço Geológico do Estado do Rio sobre o que o órgão chama de "megadesastre da serra".

O relatório aponta como causas a própria geologia da região, a ocupação irregular do solo (encostas e áreas de várzea) e as chuvas de grande intensidade concentradas em períodos de 15 minutos.

Mas poderia ter sido pior. De acordo com Cláudio Amaral, geólogo que coordenou o trabalho, os meses anteriores à tragédia não foram tão chuvosos na região serrana.

"Se nós tivéssemos as chuvas antecedentes do ano passado, o desastre teria sido maior", diz Amaral.

Outro fator que minimizou os danos foi o local das chuvas. Amaral afirma que em Teresópolis, por exemplo, as chuvas não atingiram a área de maior risco, na região do Jardim Meldon.

"Se a chuva tivesse caído lá, nós estariamos amargando mais 8.000 mortos. Lá a geologia é pior, a geomorfologia é pior, o uso [do solo] é pior", afirma.

Amaral diz ainda que o volume de chuvas que atingiu a região serrana não pode ser considerado excepcional.

"Na minha vida de desastres, em que estou desde 1982, essas chuvas em ambiente tropical não podem ser classificadas de excepcionais. São chuvas muito fortes, mas não são excepcionais. Há uma certa simplificação de achar toda chuva excepcional", afirma.

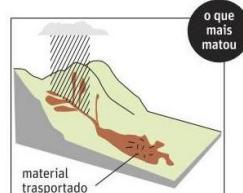
O relatório do Serviço Geológico apontou cinco tipos de deslizamentos na região serrana. Todos são tecnicamente conhecidos, mas dois deles surpreenderam porque não havia registros de ocorrência naquela área.

Um deles é o "catarina", batizado assim pela semelhança com os que ocorreram em Santa Catarina em 2008. Foi esse tipo de deslizamento que atingiu 180 km/h em Conquista (Nova Friburgo).

O outro, batizado de "vale suspenso", é comum na região de Barra Mansa (sul fluminense), mas não em Friburgo, onde se deu este ano.

TRAGÉDIA NO RIO

Ranking de letalidade dos movimentos de terra que atingiram a região serrana



10 Corridas de massa de detritos, terra ou lama

- > Atinge velocidades médias a altas
- > Movimento semelhante ao de um líquido viscoso, que desce pela encosta
- > Mobilização de blocos (pouca distância), solo ou detritos e água

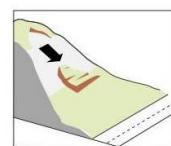
ONDE OCORREU

Bairros: Vale do Cuiabá (Petrópolis), Posse e Vieira (Teresópolis), Córrego Dantas e Hospital São Lucas (Nova Friburgo)



Alan Alonso - 12.jan.2011/"Diário de Petrópolis"

OUTROS TIPOS DE DESLIZAMENTOS OCORRIDOS NO RIO



20 Deslizamento na Parroca

- > Atinge velocidades altas
- > Deslizamentos na parte superior da encosta, que destabilizam a parte inferior também
- > Mobilização de pequenos a grandes volumes de material



30 Deslizamento tipo catarina

- > Atinge velocidades altas. No Rio, chegou a 180km/h
- > Um pedaço do morro se solta da rocha e vai levando tudo como se fosse uma massa de mingau
- > É o tipo mais violento e ocorreu em Santa Catarina no ano de 2008

ONDE

Bairro: Calemé (Teresópolis)

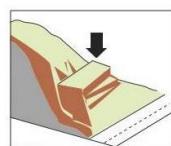


40 Deslizamento tipo rasteira

- > Atinge velocidades altas
- > Lascas de solo deslizam e seguem até o fim da encosta
- > Está ligado a erosão fluvial intensa

ONDE

Nova Friburgo



50 Deslizamento tipo vale suspenso

- > Tem pequeno alcance, mas movimenta grandes volumes de material
- > Deslizamentos profundos com forma circular
- > Ocorrem em vales ou drenagens fluviais

ONDE

Nova Friburgo



Números atualizados do desastre na região do Rio

902 pessoas morreram

405 estão desaparecidas

34,6 mil estão desabrigadas ou desalojadas

R\$ 100 milhões foram liberados pelo Ministério da Integração Nacional para a reconstrução

R\$ 40,8 milhões é quando será gasto pelo Estado em aluguel social

Fonte: Serviço Geológico do Estado do RJ

Após um mês, 7.000 famílias ainda não puderam voltar para casa

GABRIELA CANSECO
DO RIO

cidade a Teresópolis, ainda há muita poeira da lama que secou. Máquinas trabalham na retirada de escombros.

Em Duas Pedras, moradores continuam tentando recuperar o que restou das casas. De botas e com enxada nas mãos, o aposentado Hélio Monteiro, 67, passou os últimos 30 dias retirando lama e pedras do imóvel onde morava há mais de 20 anos.

A casa tem mais de um metro e meio de lama seca. "Per-

tudo. Toda noite tomo dois calmantes para conseguir dormir", conta Monteiro.

Segundo a Secretaria Estadual de Assistência Social, 2.000 famílias ainda estão nos 140 abrigos improvisados e 5.000 foram para casas de amigos ou parentes. No final de janeiro, foi antecipado o pagamento da Bolsa Família para 31 mil famílias.

"Nós pedimos a compreensão da população para não aumentar o valor dos alugueis na região. Em alguns bairros, houve aumento de 100%, passou de R\$ 350 para R\$ 700", afirmou o secretário estadual de Assis-

tência Social, Rodrigo Neves.

Nos abrigos, há famílias que enfrentam dificuldade para alugar casas e receber o aluguel social. Esse é o caso da doméstica Lúcia Maria de Carvalho Paes, 53.

"Fui à Caixa Econômica e me disseram que só vou receber no dia 14 de março. Antes pagava aluguel de R\$ 350 e hoje só estou encontrando casa de R\$ 800. Não quero mais morar em área de risco", afirma Lúcia.

Fonte: Folha de S. Paulo. São Paulo, 16 fev. 2011, p. C4. Disponível em:
<<http://acervo.folha.com.br/fsp/2011/02/16/15//5530686>>. Acesso em: 20 jul. 2012.