



INSTITUTO DE EDUCAÇÃO CONTINUADA



PÓS-GRADUAÇÃO “LATO SENSU” EM GESTÃO ESTRATÉGICA DA DEFESA CIVIL

ESTUDO PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE/MG

MAJOR BM HÉLDER ÂNGELO E SILVA

**BELO HORIZONTE
2006**

MAJOR BM HÉLDER ÂNGELO E SILVA

**ESTUDO PLUVIOMÉTRICO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE/MG:
diagnóstico para a redução de desastres.**

Trabalho apresentado no Curso de Gestão Estratégica da Defesa Civil, promovido pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais e o Instituto de Educação Continuada da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para conclusão do curso, sob a orientação do Professor Dr. Ruibran Januário dos Reis.

**Belo Horizonte
2006**

**Trabalho monográfico apresentado em ____ de setembro de 2006 e
aprovado pela Banca Examinadora, constituída pelos professores:**

A inspiração para trabalhar acerca desse assunto se deveu a minha experiência de 20 anos dedicados às atividades desenvolvidas no CBMMG, em especial de 5 anos, atuando no Centro Operacional de Bombeiros Militar e, de 2 anos de empenho operacional prestados ao Centro de Controle de Emergências da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil de Minas Gerais, onde tive o prazer de conhecer pessoas compromissadas em minimizar os sofrimentos da população do Estado de Minas Gerais, especialmente das mais carentes, em face dos desastres relacionados com as chuvas, para as quais dedico esta pesquisa, relacionada às atividades de defesa civil nos períodos de chuvas.

Dedico também esse esforço a minha filhinha Vitória de 5 anos, que já se interessa pelas questões ambientais e a minha querida Márcia pelo apoio e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Faço questão de declinar a relação dos colaboradores, orientadores e das instituições, que foram indispensáveis ao sucesso deste trabalho:

Prof. Dr. Ruiبران Januário dos Reis;
Prof. Msc. Carlos Wagner Gonçalves Andrade Coelho;
Prof. Msc. Gislene Valério de Barros;
Adv. Sheila Cristina Silva Barbosa;
Sgt BM José Carlos Diniz;
Sgt BM Rosilene Aparecida Costa de Souza Tavares;
Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais - CBMMG;
2ª Seção do Estado-Maior do CBMMG;
Instituto de Educação Continuada - IEC-PUC MINAS;
MGTEMPO;
Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG;
Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - COMDEC/BH;
Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte - URBEL;
Serviço Geológico do Brasil – CPRM;
Fundação Geo Rio.

A estes e a todos, que direta ou indiretamente colaboraram, meus profundos agradecimentos por acreditarem em mim.

*"O mundo é um lugar perigoso de se viver, não por causa daqueles que fazem o mal, mas sim por causa daqueles que observam e deixam o mal acontecer". **Albert Einstein***

RESUMO

Nesta pesquisa foram avaliados os registros pluviométricos nos meses de outubro até abril, para os períodos chuvosos 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006, distribuindo espacialmente as ocorrências coincidentes e relacionadas com as precipitações pluviométricas no território do município de Belo Horizonte atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, pela Defesa Civil Municipal e pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte. Além da relação das ocorrências de defesa civil com as chuvas, constatou-se influência da sub-bacia do Ribeirão Arrudas, da topografia e da densidade demográfica, produzindo-se informações úteis que colaborarão para a redução de desastres relacionados às chuvas, especialmente para o município de Belo Horizonte.

Palavras-chave: ocorrências relacionadas às chuvas; defesa civil; Arrudas; Belo Horizonte.

RESUMEN

En esta investigación fueron evaluados los registros pluviométricos los meses de octubre hasta abril, para los periodos lluviosos 2003/2004, 2004/2005 y 2005/2006, distribuyendo espacialmente las ocurrencias coincidentes y relacionadas con las precipitaciones pluviométricas en el territorio del municipio de Belo Horizonte atendidas por el Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais, por la Defesa Civil Municipal y por la Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte. Además de la relación de las ocurrencias de defensa civil con las lluvias, se constató influencia de la sub-bacia del Ribeirão Arrudas, de la topografía y de la densidad demográfica, produciéndose informaciones útiles que colaborarán para la reducción de desastres relacionados a las lluvias, especialmente para el municipio de Belo Horizonte.

Palabras-llave: ocurrencias relacionadas a las lluvias; defensa civil; Arrudas; Belo Horizonte.

SUMÁRIO

Páginas

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
3 DEFESA CIVIL E A METEOROLOGIA	20
4 METODOLOGIA	31
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	40
6 DIAGNÓSTICO	50
REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

A constante interferência do homem na transformação do meio ambiente, concorrendo para o crescimento, vez desordenado, dos centros urbanos, conduz impactos, especialmente negativos ao meio, em face das precipitações pluviométricas (chuvas) que não encontram o solo e relevos mais adequados para seguirem os ciclos naturais das águas, propiciando problemas urbanos importantes, principalmente para as populações das grandes cidades.

Em que pese à chuva ser um fenômeno previsível e imprescindível, do ponto de vista meteorológico e do meio ambiente, as atividades econômicas de uma maneira geral, especialmente aquelas ligadas ao saneamento básico e a agronomia, podem ser prejudicadas, quando as chuvas ocorrerem em locais alterados e ocupados irregularmente pelo homem, podendo evoluir para eventos adversos, causando acidentes e/ou desastres significativos.

Outro fator colaborador para agravamento desse cenário, encontrado na literatura da meteorologia é a formação da “ilha de calor urbano”, que é causada pela aglomeração de concreto, asfalto, ferragens, vidros, gases e fuligens dos veículos e das indústrias, dentre outros materiais, concentrados em grandes metrópoles. Esses fatores, segundo PEREIRA FILHO et. al. (2004) afeta consideravelmente no aumento das convectivas térmicas (chuvas de verão).

Por esses motivos a contínua urbanização demanda preocupação do homem no que se referem à busca de soluções para os problemas que possam ser ocasionados pelas chuvas, agravando-se quando esse fenômeno ocorre em locais ocupados irregularmente, normalmente em ocupações que contrariam as legislações de uso e ocupação do solo, sem os planejamentos adequados,

nomeados de “locais de riscos”. A falta de projetos e dimensionamento que pudesse proporcionar destino mais natural possível para as águas das chuvas, com o mínimo de risco, pode ocasionar, em face desses fatores correlacionados, perdas de vidas humanas, danos e prejuízos catastróficos para a população e para o meio ambiente.

Nesse sentido, conhecimentos da meteorologia, das técnicas preventivas de defesa civil e dos fatores que interferem no meio, relacionando-se com outras áreas do conhecimento, propiciam o desenvolvimento de estudos e soluções com a finalidade de analisar e diagnosticar potenciais eventos adversos, provenientes das chuvas e/ou combinado com a ação do homem, que possam evoluir para desastres, no limite do município de Belo Horizonte/MG, com o objetivo principal de minimizá-los e de reduzir os seus efeitos ao meio ambiente.

Nesta pesquisa buscou-se o estudo da pluviometria da capital mineira, bem como das ocorrências registradas e atendidas pelo Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais – CBMMG, pela Coordenadoria Municipal de Defesa Civil de Belo Horizonte – COMDEC/BH e, pela Companhia Urbanizadora de Belo Horizonte – URBEL, elaborando-se tabelas, gráficos e mapas temáticos, analisando-os e apresentando diagnóstico desses eventos.

Identificaram-se os locais de maior incidência de acidentes e desastres e suas relações com as chuvas, conhecendo-se as regiões e bairros de ocorrência, para os períodos chuvosos dos anos de 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006.

Para os três períodos chuvosos supracitados foram elaborados estudos estatísticos, gráficos, tabelas e mapas, por bairros e regiões de ocorrência para facilitar nas análises, levando-se em consideração a topografia e composição do solo, o nível de urbanização, os registros pluviométricos e os registros de eventos relacionados com as chuvas atendidos e registrados pelo CBMMG, COMDEC/BH e URBEL, no território do município.

Trata-se de um ensaio monográfico para analisar fenômenos e eventos distintos, ocorridos ao mesmo tempo e as condições dos cenários, analisando-se relações que possam ajudar aos órgãos responsáveis pela proteção civil da população de Belo Horizonte.

Nesse aspecto é uma pesquisa importante para a população de Belo Horizonte, pois possibilitará a análise e o cruzamento de dados de áreas distintas, especialmente considerando registros pluviométricos, registros de eventos registrados pelo CBMMG, COMDEC/BH e URBEL para o período considerado, possibilitando ao final um diagnóstico e a apresentação de propostas para soluções viáveis e adequadas à efetiva redução de acidentes e desastres relacionados às chuvas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A defesa ou proteção civil, originariamente, no mundo e no Brasil surgiu em decorrência da necessidade da proteção das populações civis, contra possíveis ataques aéreos, especialmente durante e após a segunda guerra mundial. Os trabalhos e interesses dos órgãos governamentais pelas atividades de defesa civil, no Brasil, são recentes, confundindo-se com a sua situação histórica, notadamente ocorrendo diante de desastres, em atuações necessárias, emergenciais e de resposta, nos respectivos governos. Historicamente e, principalmente, no Brasil não se investia na prevenção.

No período pós-guerra a revitalização das atividades de defesa civil somente foi regulamentada efetivamente, prevendo-se medidas de redução de desastres, através do Decreto 895, de 16 de agosto de 1993, pelo então presidente Itamar Franco, que criou o Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC. Este sistema foi aperfeiçoado em 17 de fevereiro de 2005 pelo Decreto 5.376, pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva, com o objetivo principal de integrar os órgãos que compõem o SINDEC, especialmente no sentido de colaborarem mutuamente na solução das demandas surgidas na busca da redução dos desastres de toda ordem. Nota-se que essas atividades envolvem

ações multi e interdisciplinares dos órgãos que compõem o SINDEC nos três níveis de governos (municipal, estadual e nacional).

Em Minas Gerais, por meio do Decreto 43.424, de 10 de julho de 2003, a iniciativa das atividades de coordenação da defesa civil, no âmbito do Estado, é da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil – CEDEC/MG, ligada diretamente ao Gabinete Militar do Governador - GMG, em que pese haver previsão constitucional atribuindo competência, coordenação e responsabilidades relacionadas às mesmas atividades ao CBMMG, bem como pragmaticamente sua imprescindível atuação nas urgências e emergências dos acidentes e desastres de toda ordem, não só em Belo Horizonte, mas também no Estado de Minas Gerais, tendo em vista essencialmente ter surgido mundialmente para desenvolver trabalhos diretamente relacionados às atividades de combate a incêndio, busca e salvamento das populações em risco.

Para o município de Belo Horizonte, considerando os históricos das ocorrências registradas, do relevo, tipo de solo, e das condições em que se instalam as comunidades, sem o adequado planejamento para o uso e a ocupação do solo, verificou-se com maior incidência de ocorrências importantes, as relacionadas aos alagamentos, inundações, escorregamentos de encostas, desmoronamentos de residências e queda de árvores, considerando-se como período chuvoso para os três últimos anos que são avaliados nesta pesquisa do mês de outubro a abril do ano subsequente.

Nesse sentido, pesquisou-se inicialmente OLIVEIRA e SILVA (2004) que acreditam na frequência desses tipos de acidentes, de origem natural e provocados pelas chuvas no Brasil, como responsáveis pelos altos custos sociais e econômicos e que a situação se agrava quando da ocupação de pessoas em áreas inadequadas. Por esses motivos os autores acreditam na importância do estudo meteorológico para as atividades de defesa civil como uma forma de ajudar a minimizar as conseqüências das chuvas convectivas.

Outro trabalho relevante que serve de base para esta pesquisa refere-se à análise de mesoescala de eventos de enchentes na Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, citado por PEREIRA FILHO et. al. (2004), constatando que em 100% dos eventos com vítima fatal houve deslizamento de terra.

MINUZZI et. al. (2004), em estudo microclimático da precipitação para Grande São Paulo e proximidades concluiu que em áreas urbanas denominadas de “ilha de calor urbano” pode ocorrer um aumento para as tempestades convectivas. Nesse estudo, identificou-se para a década de 80 o registro das maiores oscilações.

Em trabalho apresentado por PEREIRA FILHO et. al. (2004) buscou-se identificar, sob o ponto de vista hidrológico, as chuvas na RMSP, ocorridas em dois dias distintos, dando ênfase ao dia 04/02/2004 por apresentar resultados mais impactantes, utilizando as Equações de Wilken, P. S. (FCTH, 1999) e Magni e Mero (MAGNI, 1984) para identificar os Períodos de Retorno – PR, dessa chuva.

Para Belo Horizonte, REIS et. al. (2004) classificou as chuvas por classes de precipitação de até 10 mm como Chuvas Fracas; 10 – 30 mm como Chuvas Moderadas; de 30 – 50 mm como Chuvas Fortes; e, acima de 50 mm de Chuvas Extremamente Fortes. Essa classificação teve a finalidade de servir de base para o uso de alertas preventivos, coletando-se dados de 15 estações localizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH. Verificou-se, também, nesse estudo, comprovada eficácia no monitoramento de um período para o outro, tendo em vista a redução de danos humanos e materiais, quando da diminuição das precipitações. Concluíram que a Serra do Curral exerce forte influência sobre a incidência de chuvas, apresentando-se com altas intensidades.

Outro aspecto a ser considerado refere-se ao aumento da temperatura em Belo Horizonte. Segundo PRATINI DE MORAES (1999) a temperatura de Belo Horizonte acompanha o aumento da temperatura global, descrevendo o autor através da Figura 1 que

... na forma de média móvel dos desvios da temperatura média anual em relação à média 1961-90, a variação da temperatura global, segundo listagem fornecida pela Universidade de East Anglia, da Inglaterra, em conjunto com a variação da temperatura em Belo Horizonte, conforme dados do INMET – Ag. Belo Horizonte.

Tais dados e conclusões foram originalmente apresentados por Pratini de Moraes (1998), observando-se uma notável semelhança entre a média móvel dos dois conjuntos de dados.

A análise de regressão feita com os dois conjuntos de dados, global e Belo Horizonte, fornece um coeficiente de correlação de 0,843, com valor de F de 205,73, indicando uma forte correlação. (PRATINI DE MORAES, 1998, p. 7)

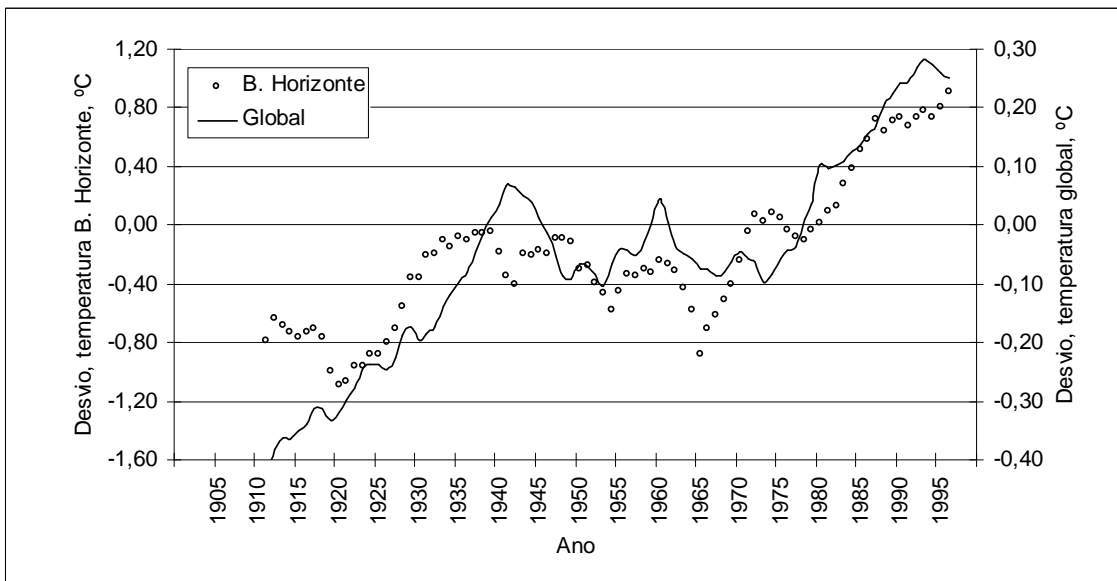


Figura 1 - Variação da temperatura média anual, global e de Belo Horizonte, de acordo com os desvios da temperatura média do período 1961-90.

Verificou-se a tendência no aumento da temperatura de Belo Horizonte para os períodos estudados, concluindo, o autor, que

A temperatura do ar em Belo Horizonte está aumentando. Do início até o limiar deste século, a temperatura média de julho passou de 16,4°C para 18,9°C, um aumento de 2,5°C, enquanto que a temperatura média anual aumentou de 20,0°C para 21,7°C, um aumento de 1,7°C. Isso indica que a temperatura do inverno aumentou a uma taxa cerca de 50% superior à da temperatura anual. Assim, vem diminuindo o contraste térmico entre o inverno

e o verão: essa diferença era de 3°C no início do século e atualmente é inferior a 2°C. A temperatura no início do século era próxima de 20°C e atualmente excede 22°C, registrando 1998 a maior temperatura média anual já registrada, de 22,5°C. As temperaturas registradas nos últimos 6 anos tem excedido as previsões mais conservadoras a partir de regressão utilizando os dados do século, evidenciando um maior aumento da temperatura ao longo do últimos 30 anos.

Toda cidade carece de um estudo relacionado ao índice de chuvas intensas e a situação de drenagem como parte integrante do planejamento para subsidiar o seu crescimento, especialmente para se prevenir alagamentos e conseqüentes prejuízos econômicos e sociais para as populações.

Sobre esse aspecto, FENDRICH (1999) apud PORTO et. al. (1993) que elaborou a tabela que lista as causas e efeitos acerca do prejudicado escoamento em áreas de drenagem urbana:

Tabela 1 - Causas e Efeitos da Urbanização Sobre o Escoamento Superficial

CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos das vazões
Redes de Drenagem	Maiores picos a jusante

Resíduos Sólidos Urbanos	Entupimento de galerias e Degradação da qualidade da água
Redes de Esgoto Sanitários deficientes	Degradação da Q.A. e Moléstias de Veiculação Hídrica nas Inundações
Desmatamento e Desenvolvimento Indisciplinado	e Maiores picos e volumes; Maior Erosão; Assoreamento em galerias e canais
Ocupação das Várzeas e Fundos de Vale	e Maiores picos das vazões; Maiores prejuízos; Moléstias de Veiculação Hídrica; Maiores custos de utilidades públicas

Fonte: Porto, R. L. et. al. (1993).

Pontuaram-se seis causas e os respectivos efeitos preponderantes que interferem no adequado escoamento das chuvas em áreas urbanizadas.

Nesse sentido, verificou-se a importância na conscientização dos dirigentes dos órgãos públicos responsáveis pelas obras urbanísticas e pela segurança global da população, especialmente relacionados à prevenção de sinistros, no sentido de estarem produzindo e apresentando regularmente relatórios que possam balizar medidas e decisões técnicas e menos políticas, a fim de subsidiar políticas públicas para a ocupação e urbanização das bacias existentes nas cidades, bem como desenvolver estudos continuados no sentido de monitorar os alagamentos e as inundações em áreas urbanas.

Dessa forma, as atividades de defesa civil, quando bem planejadas, especialmente no caminho da prevenção de ocorrências, podem

oferecer ferramentas úteis à população das cidades. Em se tratando de ocorrências relacionadas às chuvas, a meteorologia apresenta-se como parceira obrigatória para subsidiar atuações racionais em face dos riscos existentes.

3 DEFESA CIVIL E A METEOROLOGIA

De acordo com o Glossário de Defesa Civil, esta atividade é o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e reconstrutivas destinadas a evitar ou minimizar os desastres, preservar o moral da população e restabelecer a normalidade social.

Nesse conceito depreende-se tratar de uma atividade complexa e envolvente, no sentido de abrangar inúmeras áreas do conhecimento, a fim de se fazer frente, prioritariamente, às medidas cautelares, em face dos diversos riscos e ameaças ao meio ambiente e às sociedades, procurando reduzir os desastres.

As complexidades dos riscos irão proporcionar um maior ou menor envolvimento de outras áreas especializadas, quer seja na fase da prevenção, ou atuação diretamente no sinistro.

Em Minas Gerais, os sinistros relacionados com os fenômenos naturais que ocorrem na atmosfera, levando-se em conta a disposição geográfica da população e a forma com que foi se instalando no terreno acarretam transtornos que podem evoluir para desastres, quando dos períodos mais agudos das precipitações pluviométricas, estiagens, secas e o frio. As chuvas merecem destaques, em decorrência do período em que provocam desastre por alagamento, inundação, escorregamento e desabamento, tendo em vista estes serem traumáticos e calamitosos, principalmente nos centros urbanos que cresceram sem o adequado planejamento e controle dos riscos.

Conforme XAVIER e OLIVEIRA (1996) existem, basicamente, áreas de domínio de colinas policonvexas na depressão de Belo Horizonte, no lado norte do Ribeirão Arrudas e áreas de domínio heterogêneo de rochas na encosta da Serra do Curral. Na região ao sul, o aumento gradativo dos riscos de escorregamentos

se deve a ocupação indiscriminada das mineradoras ou em decorrência da especulação imobiliária. Ao norte, deve-se à constante implantação de bairros e comunidades carentes sem o devido planejamento.

Dessa forma, vários fatores com efeitos somatórios podem interferir para o aumento dos riscos em Belo Horizonte, relacionados às condições atmosféricas e à forma com que acontecem as ocupações do solo pelas comunidades. Também no município de Belo Horizonte os alagamentos, inundações, escorregamentos e os desabamentos podem ocorrer com freqüência nos períodos de chuvas.

Em face desses riscos, o estudo da meteorologia vem se tornando uma ferramenta indispensável para fundamentar decisões no sentido de implementar medidas estruturais e não-estruturais que possam eliminar ou prevenir eventos perigosos a serem enfrentados pelas comunidades. Este estudo pode oferecer fundamentos científicos e confiáveis para tomadas de decisões importantes dos órgãos que atuam na segurança global das populações, proporcionando dados preliminares úteis, principalmente para os planejamentos preventivos e de ações de resposta, quando não possível à prevenção dos sinistros, possibilitando ações antecipadas com maior efetividade.

Em Belo Horizonte, atuam diretamente nas principais ações de defesa civil o CBMMG, a COMDEC/BH e a URBEL, podendo ser apoiados por outros órgãos, empresas, voluntários. A URBEL, em apoio da COMDEC/BH, atua quase exclusivamente nas vilas, bairros e comunidades carentes que ainda não possuem regularização na Prefeitura, através de intervenções e vistorias, tratando-se de um órgão executor da Política Municipal de Habitação.

A COMDEC/BH desenvolve medidas preventivas em conjunto com a URBEL e com as Secretarias Municipais, atuando no âmbito do município de Belo Horizonte, nas ações de resposta relacionadas à busca, socorro e salvamento em

conjunto com o CBMMG. Em Belo Horizonte, a URBEL e a COMDEC são órgãos integrantes da Secretaria Municipal de Políticas Urbanas – SMURBE.

O CBMMG, constitucionalmente, tem a competência para executar e coordenar as atividades de defesa civil em todo o território estadual, conforme se depreende do § 5º do art. 144 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 “... aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil.”

Na Constituição do Estado de Minas Gerais de 1989 encontra-se o inciso II do art 142 que estabelece:

Art. 142 - A Polícia Militar e o Corpo de Bombeiros Militar,
forças públicas estaduais, são órgãos permanentes, organizados com base na hierarquia e na disciplina militares e comandados, preferencialmente, por oficial da ativa do último posto, competindo:
I - omissis ...
II - ao Corpo de Bombeiros Militar, **a coordenação e a execução de ações de defesa civil**, a prevenção e combate a incêndio, perícias de incêndio, busca e salvamento e estabelecimento de normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe; **(grifo nosso)**

Para atendimento preventivo e emergencial à população do município de Belo Horizonte, atualmente, o CBMMG conta com três Batalhões de Bombeiros Militar – BBM e com 08 Postos Avançados – PA, distribuídos estrategicamente, a fim de oferecer pronta resposta aos sinistros de toda ordem, carecendo de ferramentas que possibilite antever sinistros relacionados às chuvas.

A atuação do CBMMG nesses eventos ainda se promove através de ações pontuais, não havendo um estudo meteorológico concorrente, que possa subsidiar os planejamentos preventivos relacionados aos riscos e as atuações nas ocorrências relacionadas às chuvas, em que pese tratar-se de emergências em que o risco maior é a proteção das populações.

Entende-se como ferramenta fundamental à inserção dos estudos meteorológicos para subsidiar a prevenção, a preparação para a resposta e para as ações de resposta aos desastres. Secundariamente, outras áreas podem ser entendidas nesse processo na busca da efetiva proteção. O planejamento para a educação das comunidades, o correto uso e ocupação do solo, dando-se maior importância aos aspectos técnicos e menos aos aspectos políticos, pode ser o caminho para proporcionar adequada proteção para a população de Belo Horizonte.

Para os órgãos de defesa civil do município do Rio de Janeiro/RJ, a meteorologia é imprescindível, conforme extraído da “Revista GeoRio 40 anos – a história, os projetos, o futuro”, onde existe um sistema de alerta denominado “Alerta Rio”, na iminência de completar 10 anos, em outubro de 2006, que pioneiramente mapeou o território municipal do Rio de Janeiro, incorporando tecnologia computacional, entrecruzando mapas temáticos das diversas áreas do conhecimento.

Desse resultado constatou-se diversas comunidades localizadas em áreas de risco, proporcionando fundamentos científicos para intervenções necessárias as minimizações dos riscos identificados. As remoções emergenciais, a execução de medidas estruturais, os reflorestamentos e a implementação de programas habitacionais foram trabalhados como rápida resposta às ameaças constatadas.

Essas medidas servem para desenvolver um sistema de alerta capaz de prever, em curto espaço de tempo, escorregamentos de solo e rocha nas encostas, relacionando condições geológicas e pluviométricas.

Inicialmente os avisos dessas situações deveriam ser repassados à população e à Defesa Civil Municipal, possibilitando a tomada de medidas acertadas de proteção das populações em locais de risco.

Além dos estudos geológicos de índices de escorregamentos, estudaram-se os registros da pluviometria através de estações telepluviométricas de uma rede formada por 30 estações.

A concepção inicial do sistema “Alerta Rio” incluía uma rede telemétrica com 30 estações pluviométricas automáticas para transmissão de dados via rádio, sendo enviados à Estação Central em intervalos regulares de 15 minutos, com precisão de 0,2 mm e de análises automáticas, imediata e ininterrupta por programa computacional.

Além dos dados coletados das estações o sistema conta com as imagens geradas pelo radar meteorológico do Pico do Couto e de informações disponibilizadas na internet e coletadas pelos geólogos e meteorologistas de plantão.

Dessa forma, o “Alerta Rio” tem duas funções básicas: a de prever escorregamento de solo e rocha, principalmente em decorrência das chuvas; e, a de detectar a aproximação de tempestades, a fim de informar a população e aos órgãos municipais interessados.

Para o município do Rio de Janeiro definiram-se os níveis de chuvas e escorregamentos conforme os quadros que se seguem:

Intensidade da precipitação

PRECIPITAÇÃO TIPO	INTENSIDADE			
	LEVE	MODERADA	FORTE	MUITO FORTE
CHUVISCO	0,25 mm/h	0,25 mm/h a 0,50 mm/h	Maior que 0,50 mm/h	--x--
CHUVA	1,1 mm/h a 5,0 mm/h ou 1,2mm/15min (piso molhado)	5,1 mm/h a 25,0 mm/h ou 6,2mm/15min (poças d'água)	25,1 mm/h a 50,0 mm/h ou 12,5mm/15min (água escoando)	Maior que 50,0 mm/h ou + 12,5mm/15min (alagamento)

Níveis de alerta para escorregamento

NÍVEL MÉDIO	NÍVEL ALTO	NÍVEL MUITO ALTO
-------------	------------	------------------

Acumulado em <u>1h</u>	10 a 30 mm	30 a 50 mm	Maior que 50 mm
Acumulado em <u>24h</u>	50 a 100 mm	100 a 175 mm	Maior que 175 mm
Acumulado em <u>96h</u>	100 a 175 mm e 10 a 30 mm/24h	175 a 250 mm e 30 a 50 mm/24h	Maior que 250 mm e Maior que 100 mm/24h

Observações:

1. Considerar no mínimo 2 (duas) estações por bacia Hidrográfica;
2. Não considerar a Estação Sumaré;
3. Verificar e revisar as condições de chuvas a cada meia hora;
4. Anotar no livro de ocorrências cada alteração;
5. Uma vez atingido qualquer um dos critérios de escorregamento, mantê-los por um período de no mínimo 4 horas após o término do evento chuvoso.

Fonte: Revista GeoRio 40 anos – história, os projetos, o futuro.

No quadro intensidade da precipitação se verifica chuva leve até 5 mm/h, chuva moderada até 25 mm/h, chuva forte até 50 mm/h e chuva muito forte acima de 50 mm/h. O nível de alerta para escorregamento definiu-se para o acumulado em 1 hora em nível médio de 10 a 30 mm, de nível alto de 30 a 50 mm e de nível muito alto acima de 50 mm.

Os alertas são divididos por regiões, levando-se em conta as bacias hidrográficas existentes no município do Rio de Janeiro, formando cinco regiões distintas, sendo trabalhados, dois tipos de alertas: um para as Condições das Chuvas e outro para a Possibilidade de Escorregamentos, apresentados por meio de mapas e tabelas, conforme as cores constantes dos quadros supracitados.

No Estado de Minas Gerais, especialmente em Belo Horizonte, encontra-se instalado o MG tempo que trabalha em turnos de 24 horas, produzindo informações climáticas para o Estado, conectado à rede mundial de dados

meteorológicos, que transmite informações hora a hora de todos os dados coletados no globo. As informações disponibilizadas por esta rede são nos códigos *Sinop*, *Metar*, *Temp* e *Ship*. Os dados recebidos pelo MG tempo são: direção e velocidade do vento, temperatura, umidade, pressão atmosférica, precipitação, tempo presente, tempo passado, visibilidade. Também são recebidas informações de balões meteorológicos, que coletam dados entre a superfície e uma altura de 15 mil metros.

O MG tempo também recebe resultados de modelos de previsões numéricas de tempo do INPE, centro americano e europeu, dados de imagens de satélite a cada 30 minutos, estações telemétricas (CEMIG, INMET e INPE), descargas atmosféricas em tempo real, dentre outros.

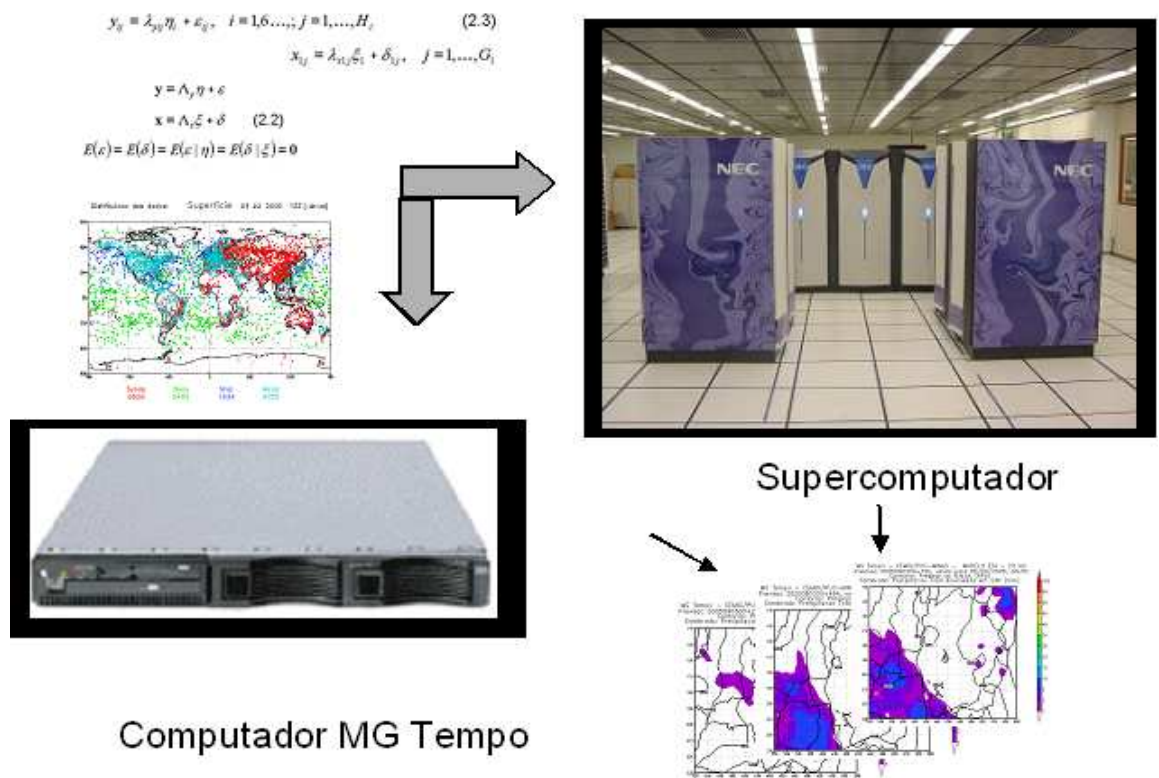


Figura 2 - Processamento das informações no MG Tempo – 2006.

O MG tempo recebe diariamente previsões numéricas do tempo do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE e do NCEP (National Centers Environmental Prediction - EUA).

O MG tempo também tem um modelo de previsão numérica do tempo de mesoescala, modelo ETA, que é utilizado pelo INPE e por todos os órgãos de previsões numéricas do mundo.

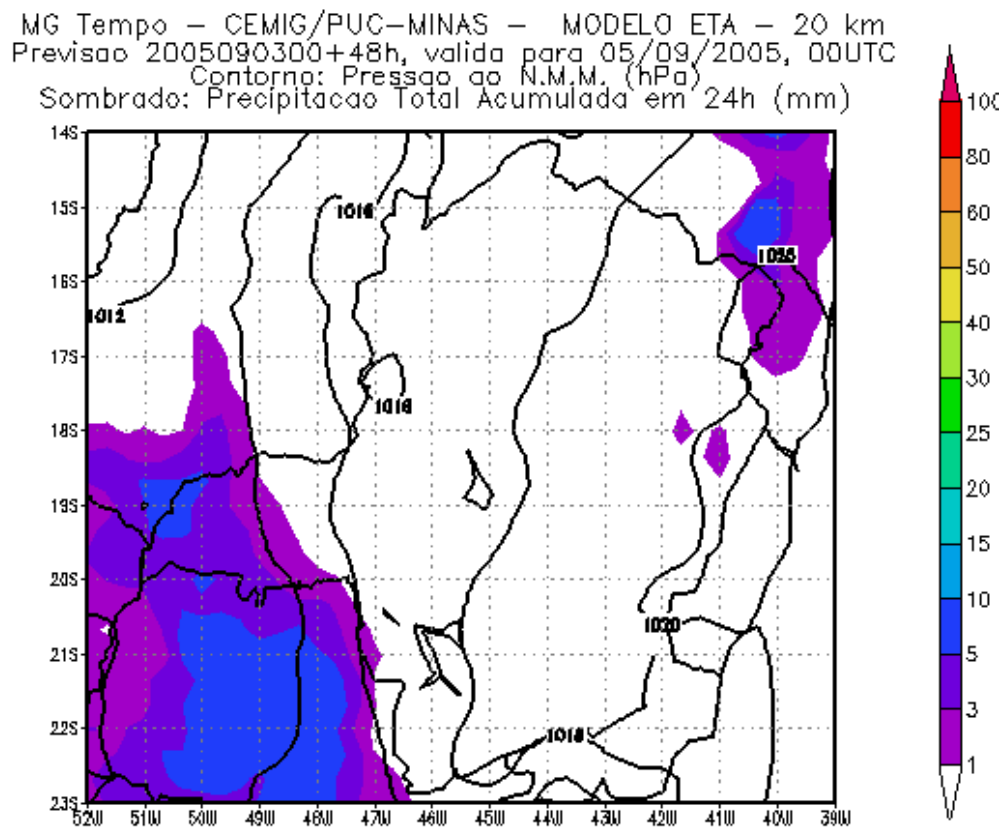


Figura 3 - Modelo utilizado pelo MG Tempo para os trabalhos climatológicos – 2006.

O modelo Eta é um modelo em ponto de grade que tem como variáveis prognósticas a temperatura, a umidade, o vento horizontal, a pressão à superfície, a energia cinética turbulenta e a água líquida. A integração no tempo é na forma "split-explicit", com esquema forward-backward para os termos de ajuste e Euler-backward para os termos de advecção. Uma característica peculiar do modelo é a coordenada vertical h (Mesinger, 1984), definida como: $h = [(p - p_t)/(p_s - p_t)] [(p_r(z=z_s) - p_t) / (p_r(z=0) - p_t)]$. Esta coordenada é que dá o nome ao modelo.

A precipitação convectiva do modelo é produzida através do esquema Betts-Miller (Betts e Miller, 1986), enquanto que a chuva estratiforme é gerada através de um esquema de previsão de nuvens (Zhao et al., 1997). A turbulência é representada pelo esquema de Mellor-Yamada 2.5 na atmosfera livre, e Mellor-Yamada 2.0 camada superficial (Mellor e Yamada, 1982). O pacote de radiação inclui tratamento para radiação de ondas longas e ondas curtas e foi desenvolvido pelo Geophysical Fluid Dynamical Laboratory.

Tem uma Máscara de vegetação com 1 km de resolução desenvolvida no departamento de Geografia da Univ. de Maryland, College Park, Estados Unidos - porém esse mapa é antigo, de 1994.

Os Mapas de solos apresentam resolução de 14km (0,125 graus) classificado de acordo com o mapa do global de solos da FAO (1995) com base no triângulo de textura de solos

Topografia: preparada pelo U. S. Geological Survey's EROS Data Center (EDC) em Sioux Falls, South Dakota, USA, foi obtida via ftp no endereço [edcftp.cr.usgs.gov](ftp://edcftp.cr.usgs.gov/pub/data/gtopo30/global), diretório `"/pub/data/gtopo30/global"`. A nova topografia denominada GTOPO30, é constituída por dados de elevação regularmente espaçados, a cada 30" (aproximadamente 1 km).

Também são utilizados dados de TSM provenientes do NCEP com resolução horizontal de 2.5 km.

O MG tempo conta com uma equipe especializada de meteorologistas com doutores, mestres e especialistas. O total de pessoal técnico atualmente é de 42 pessoas.

Atualmente, trabalha fornecendo dados e informações meteorológicas para diversas empresas privadas e para órgãos dos Estado, especialmente, para a CEDEC/MG e para a COMDEC/BH, objetivando planejamentos preventivos e avaliações pós-sinistros.

Dessa forma, entende-se que a meteorologia está ocupando espaço obrigatório junto aos órgãos de proteção civil, não só na fase de resposta aos desastres e suas conseqüências, mas também e, principalmente nas fases preventivas e de planejamentos, imprescindível para a definição de padrões confiáveis, subsidiando a implementação de medidas estruturais e não-estruturais adequadas à minimização de desastres relacionados.

4 METODOLOGIA

A elaboração desta pesquisa baseou-se em fatos concretos enfrentados pela população de Belo Horizonte, especialmente nos períodos das chuvas que assolam ano após ano o município, causando danos humanos, materiais e ambientais.

Nos períodos chuvosos, as ocorrências noticiadas pela mídia indicam que a medida que as populações das cidades crescem, com a prática de uma urbanização desordenada e sem critério suficiente para prevenir os riscos de sinistros relacionados às chuva, torna-se importante o estudo dessa relação.

Dessa forma, buscou-se introduzir o leitor aos problemas das grandes cidades, pois este trabalho direcionou-se exclusivamente para o município de Belo Horizonte, que abriga uma cidade de grande porte, conseqüentemente, com grandes problemas.

Na revisão da literatura, estudou-se alguns trabalhos científicos, citando autores e trabalhos pioneiros nesse sentido de pesquisar os fenômenos meteorológicos e seus efeitos para as populações, bem como exemplos de outros modelos pesquisados e seguidos em outros Estados e cidades, para poder servir de base e fundamento para o estudo e o diagnóstico da presente pesquisa.

Trabalhou-se também um subtítulo acerca da importância do estudo da meteorologia para a defesa civil, tendo em vista os sinistros que foram história e

as possibilidades que essa ciência pode proporcionar na redução dos desastres e/ou sua minimização.

Os dados relativos aos registros pluviométricos utilizados foram os constantes das 14 Estações Pluviométricas que operam na RMBH, sendo 12 no espaço territorial de Belo Horizonte, 01 localizada no município de Sabará/MG e outra no município de Ibirité/MG, de acordo com a Figura 2 disposta a seguir.

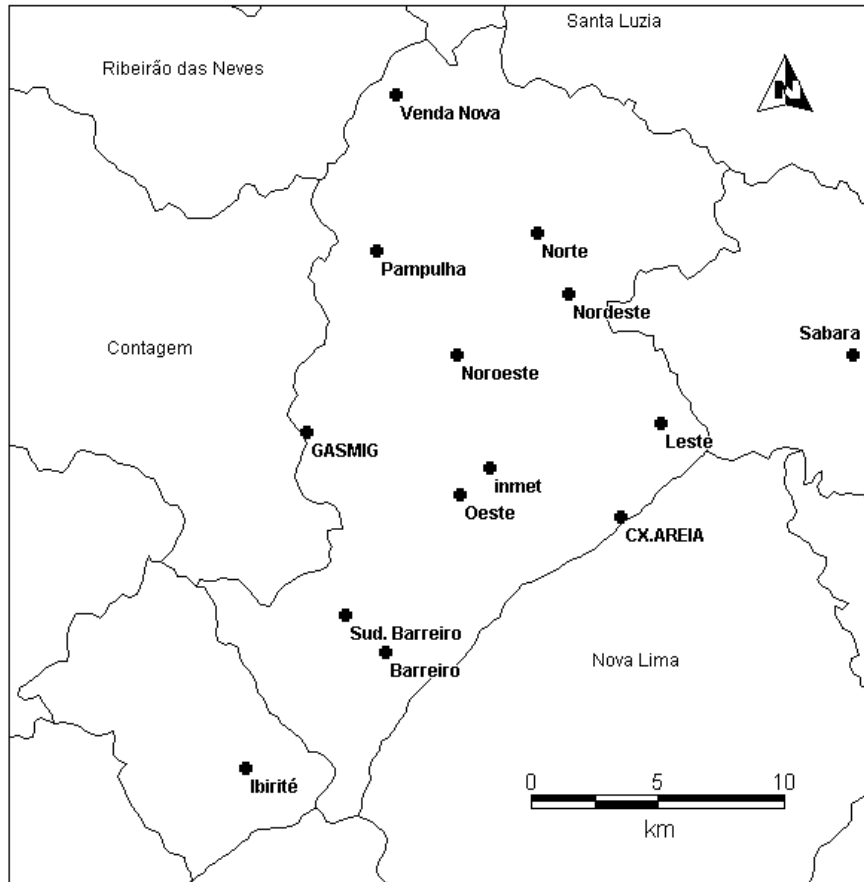


Figura 4 - Mapa da distribuição espacial das Estações de coletas de chuvas.

Para o mesmo período foram pesquisados os acidentes, desastres e as vistorias do CBMMG, COMDEC/BH e URBEL, órgãos que trabalham diretamente nas atividades de defesa civil, no município de Belo Horizonte, considerando todos como ocorrências.

Sobre esse aspecto, foi solicitado a 2ª Seção do Estado Maior do CBMMG todos os dados e registros relacionados às chuvas, para o período considerado, disposto em planilha por bairro, natureza do registro, mês e ano que foi tabelado

por quantidade de ocorrência por mês, sem considerar a natureza, tendo em vista tratar -se de um ensaio monográfico e também em decorrência do tempo para produção do trabalho.

Nesse sentido, para as ocorrências registradas pelo CBMMG utilizou-se as naturezas que tem relação com as chuvas, conforme se depreende do Quadro 1.

NATUREZA DE OCORRENCIA

B 02.002 - Lavar pátio
B 02.003 - Lavar prédio ou outro estabelecimento
P 02.000 - Perigo de desabamento
P 06.000 - Perigo de deslizamento ou soterramento
P 07.001 - Perigo de inundação decorrente de chuvas
P 07.002 - Perigo de inundação em apartamentos
P 07.099 - Outras de perigo de inundação
P 15.002 - Vistoria de verificação
P 16.000 - Risco de queda de árvore
S 01.002 - Resgate de pessoas de acidentes soterramento ou deslizamento de terra
S 01.003 - Resgate de pessoas de acidentes de/em desabamento
S 01.004 - Resgate de pessoas de acidentes de/em inundação
S 01.006 - Resgate de pessoas de acidentes de/em queda de árvore
S 01.017 - cadáver em mananciais de água
S 02.001 - Resgate de bens oriundos de acidentes de/em eletrocussão
S 02.002 - Resgate de bens de acidentes soterramento ou deslizamento de terra
S 02.003 - Resgate de bens oriundos de acidentes de/em desabamento
S 02.004 - Resgate de bens oriundos de acidentes de/em inundação
S 02.005 - Queda de arvore
S 02.005 - Resgate de bens oriundos de acidentes de/em queda de árvore
S 02.010 - Resgate de bens oriundos de acidentes de/em mananciais d'água
S 03.002 - Resgate misto oriundo de acidentes de/em soterramento
S 03.003 - Resgate misto oriundo de acidentes de/em desabamento
S 03.004 - Resgate misto oriundo de acidentes de/em inundação
S 03.010 - Resgate misto oriundo de acidentes de/em mananciais d'água

Quadro 1 - Relação da natureza das ocorrências atendidas pelo CBMMG, que se relacionam com as chuvas - 2006.

Para as ocorrências atendidas pela COMDEC/BH utilizou-se dos registros dos eventos atendidos para os mesmos períodos, que foram trabalhados e transportados para uma planilha por número de ocorrências no mês e por região, tendo em vista que o banco de dados desse órgão não dispunha das informações digitalizadas. As naturezas das ocorrências encontram-se relacionadas, conforme Quadro 2.

NATUREZA DE OCORRENCIA DA COMDEC

TIPO DE OCORRÊNCIA
alagamento
atípica de defesa civil
desabamento
desabamento parcial
deslizamento
erosão
incêndio
infiltração
inundação
não localizada
outros
passada para SCONGER
passada para SLU
passada para SUDECAP
passada para URBEL
queda de árvore
risco de queda de árvore
risco desabamento
risco deslizamento
risco inundação
trincas

Quadro 2 - Tipos de ocorrências atendidas pela COMDEC/BH nos períodos de chuvas.

Os dados da URBEL foram impressos no formato concebido pelo sistema específico daquela Companhia e transportados para uma planilha similar (*Excel*), concebida para os dados dos outros dois órgãos, buscando uma padronização e maior facilidade na interpretação dos dados. As naturezas das ocorrências referentes a URBEL, relacionam-se às Vistorias em Encostas, Vistorias em Baixadas e Vistorias em Topo Aplainado.

Da apuração dessas ocorrências foram elaboradas tabelas adequadas e padronizadas para os *softwares* utilizados, especialmente para a produção dos mapas, sendo usados o MAPINFO 7.0[®] Manipulação de dados e digitalização de curvas de nível de Belo Horizonte, o SURFER[®] (Software de Geoprocessamento): Representação espacial das chuvas de Belo Horizonte, Planilha Eletrônica Excel: Elaboração de Gráficos e Tabelas e, Microsoft Word: Elaboração de arquivo texto.

Esta pesquisa baseou-se em conhecimentos das atividades de defesa civil, da área da meteorologia, topografia, geografia, geologia, dentre outras áreas relacionadas.

Esleu-se para levantamentos dos dados, exclusivamente, os períodos chuvosos de maior intensidade pluviométrica, especialmente, entre os meses de outubro a abril, das estações dos anos de 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006, tendo em vista haver registros importantes de chuvas nestes meses para o município de Belo Horizonte e também considerando estudo do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, para o período de 1961/1990, registrando-se valores acima de 50 mm para os meses escolhidos.

Os dados estatísticos levantados e produzidos dos índices de chuvas e de ocorrências foram tabelados, analisados, relacionados elaborando-se mapas e gráficos, sendo confrontados com os estudos meteorológicos, geológicos, geográficos, urbanos, preventivos de defesa civil, objetivando construir um modelo para a redução de desastres.

Para os registros e dados coletados procurou-se elaborar tabelas, gráficos e/ou mapas do município por regiões e bairros, com a finalidade de melhorar a apresentação dos resultados e entendimento do diagnóstico encontrado.

Nesta pesquisa procurou-se o aproveitamento de todos os dados relacionados às chuvas e aos registros de acidentes e desastres conhecidos pelo CBMMG, COMDEC/BH e URBEL para o período considerado, apresentando, dessa forma, um limite total de confiança na pesquisa.

No intuito de melhorar, facilitando o entendimento dos eventos adventos relacionados com as chuvas no município de Belo Horizonte, buscou-se também a apresentação das Figuras 5, 6 e 7, respectivamente, mapa da hidrografia, hipsometria e da densidade demográfica, conforme se segue:

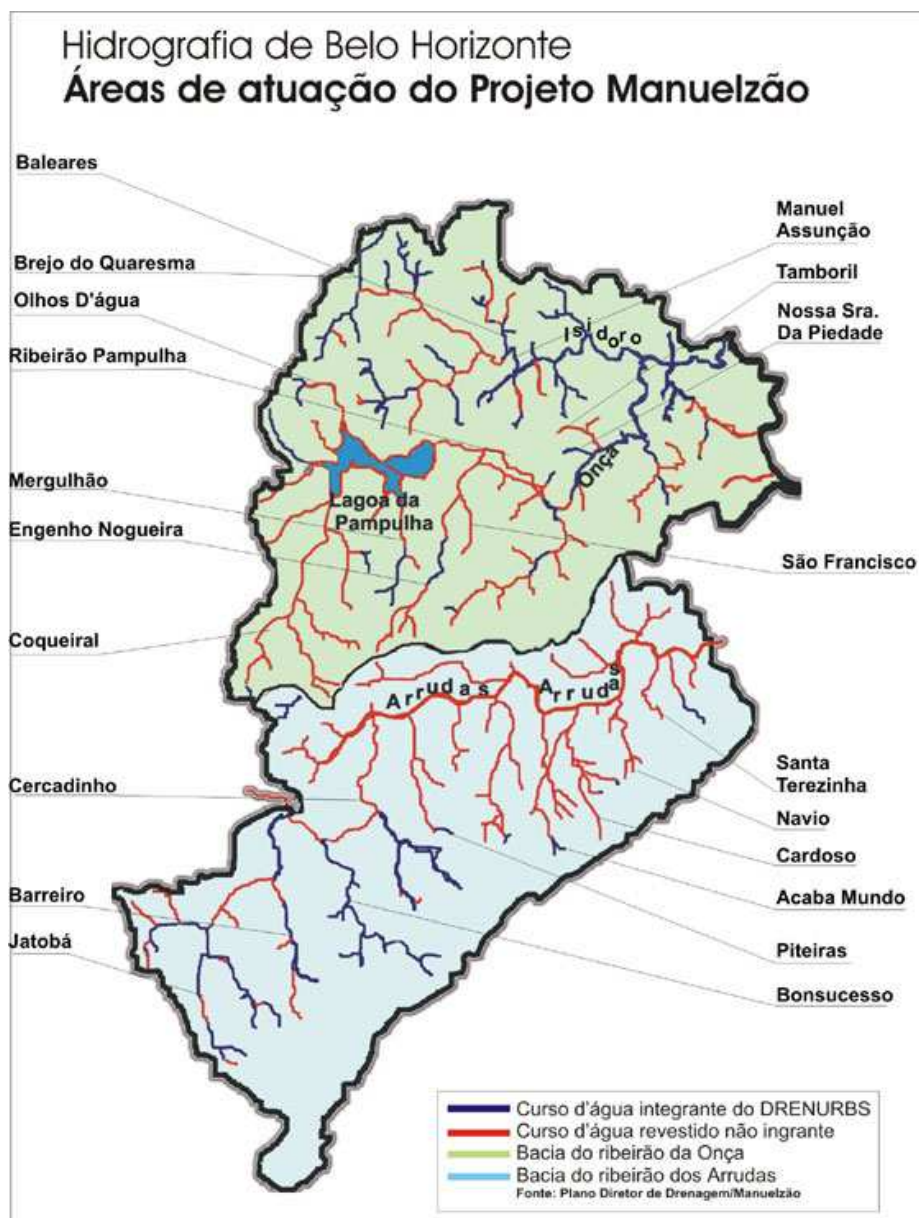


Figura 5 - Hidrografia de Belo Horizonte. Áreas de atuação do Projeto Manuelzão do Programa de Recuperação Ambiental de Belo Horizonte - DRENURBS

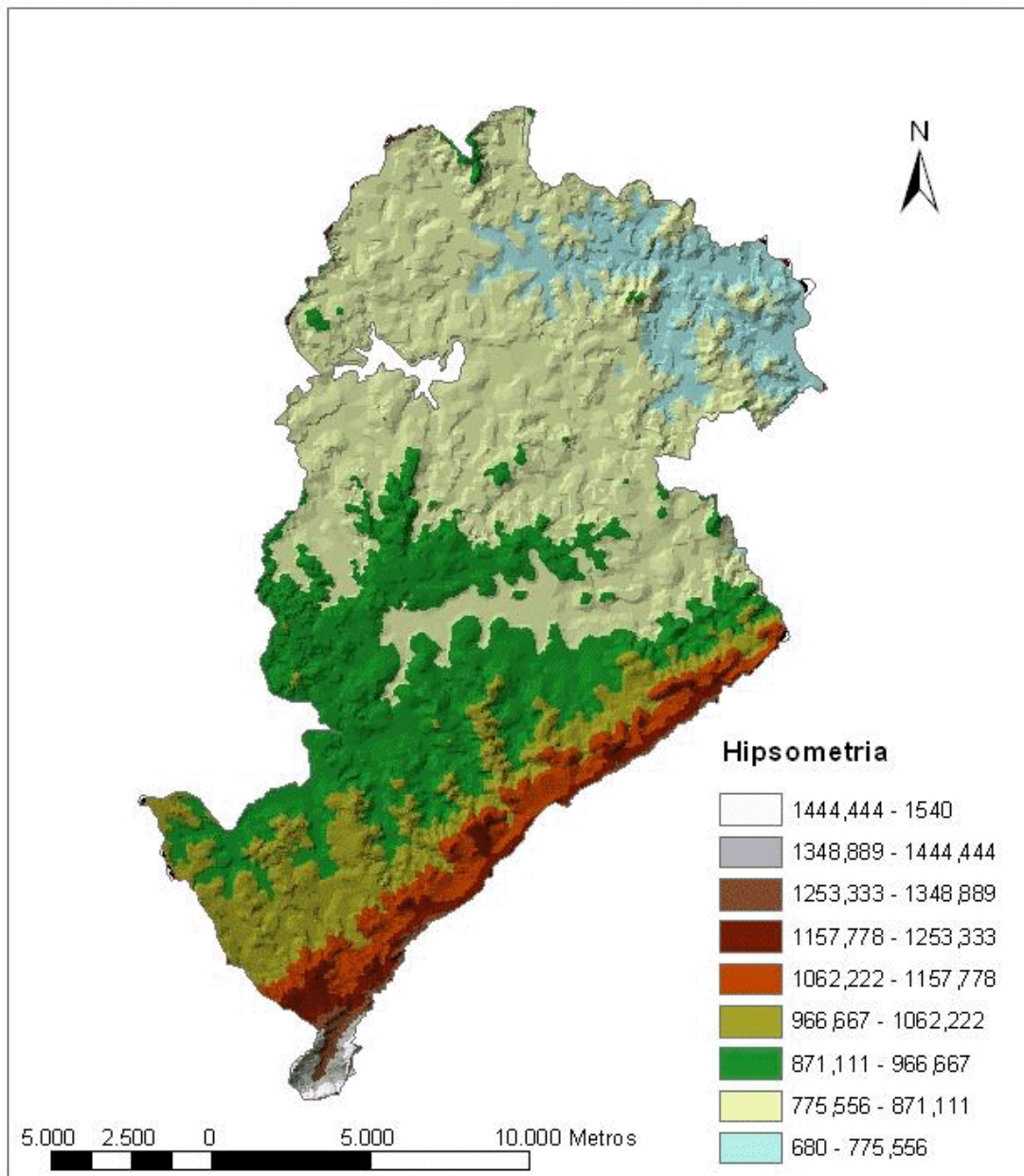


Figura 6 - Mapa Hipsométrico do Município de Belo Horizonte. COELHO (2006)

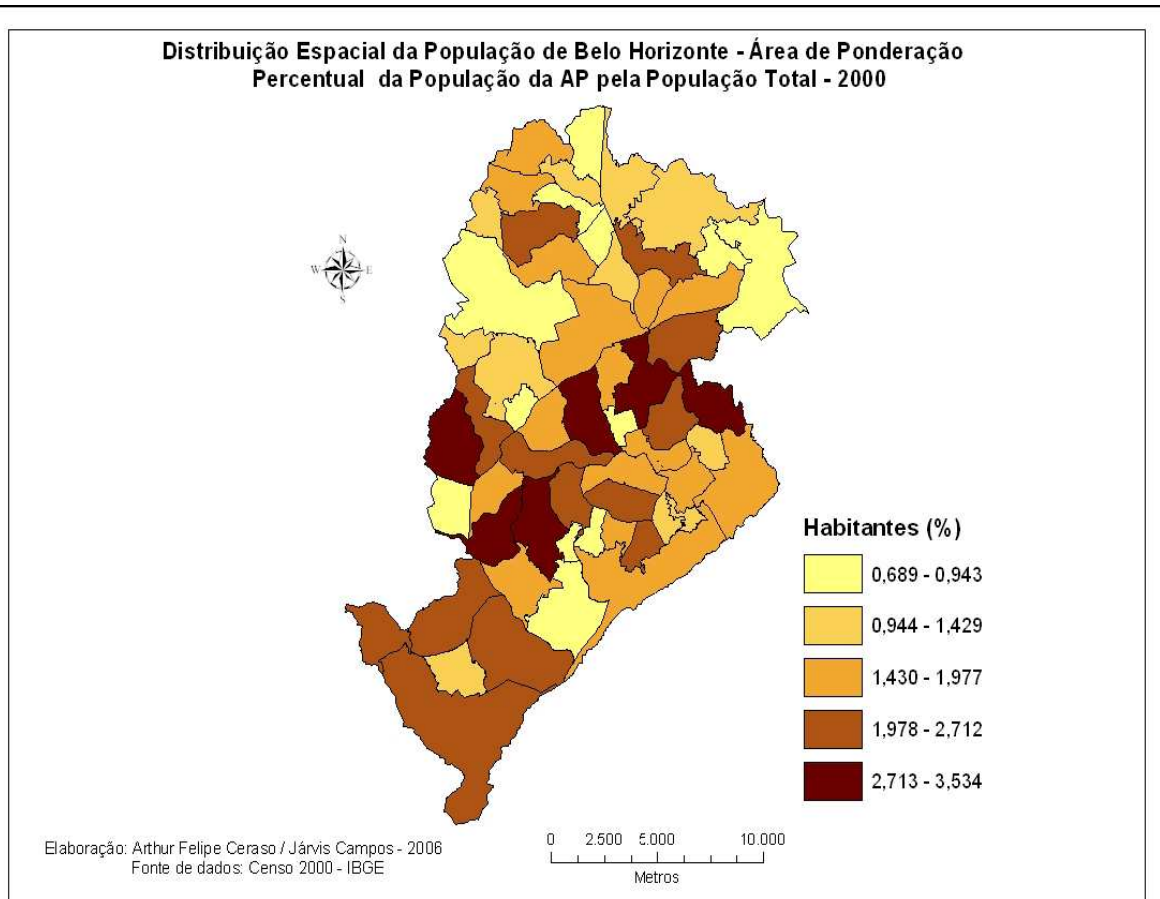


Figura 7 - Distribuição da População do município de Belo Horizonte em 2000.

Por último, estudaram-se bibliografias, documentos, dados, ocorrências relacionadas ao tema da pesquisa, buscando implementar uma pesquisa descritiva para formar uma análise conclusiva, consoante ensinamentos de GIL (1996).

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, procurou-se apresentar os mapas do município de Belo Horizonte através de figuras, utilizando *software* de geoprocessamento, para os registros pluviométricos e para os registros de ocorrências relacionadas com as chuvas e atendidas pelo CBMMG, COMDEC/BH e URBEL.

Para verificar a distribuição espacial das precipitações nos períodos chuvosos, utilizou-se de mapas de isoietas, linha de mesmo valor de precipitações. As ocorrências registradas no mesmo período foram apresentadas para cada região do município de Belo Horizonte.

Pode-se observar na Figura 8 uma concentração das chuvas ao longo da Serra do Curral, que limita o município de Belo Horizonte e os de Nova Lima/MG e Sabará/MG, registrando-se índices acumulados maior do que 1900 mm.

Este período foi o mais chuvoso dentre os estudados, sendo que no mês de janeiro as chuvas ficaram 150% acima da média histórica. Veja Figura 9. As regiões que apresentaram os menores índices pluviométricos foram Pampulha, Venda Nova e Norte, com registros em torno de 1300 mm.

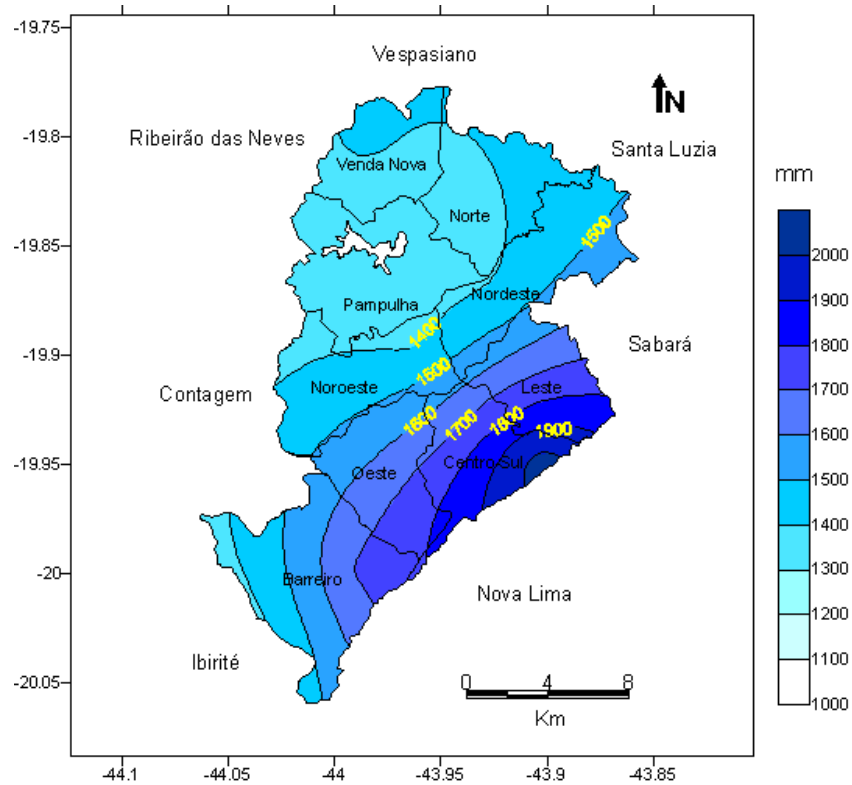


Figura 8 - Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte no período de outubro/2003 – abril/2004.

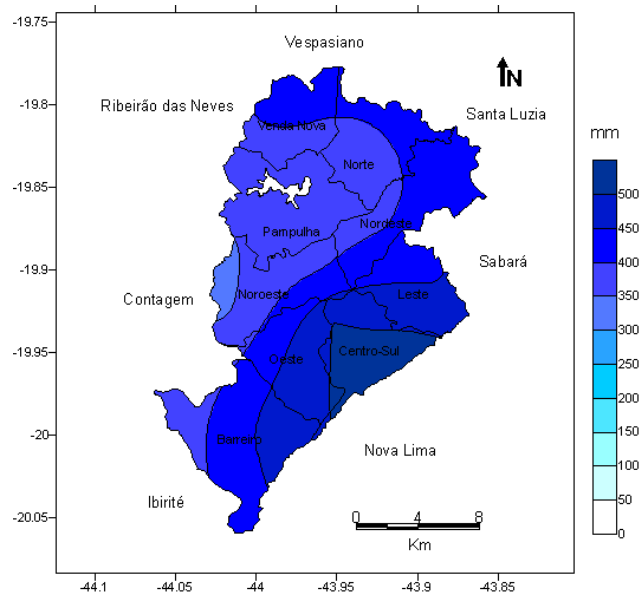


Figura 9 - Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte no mês de Janeiro/2004.

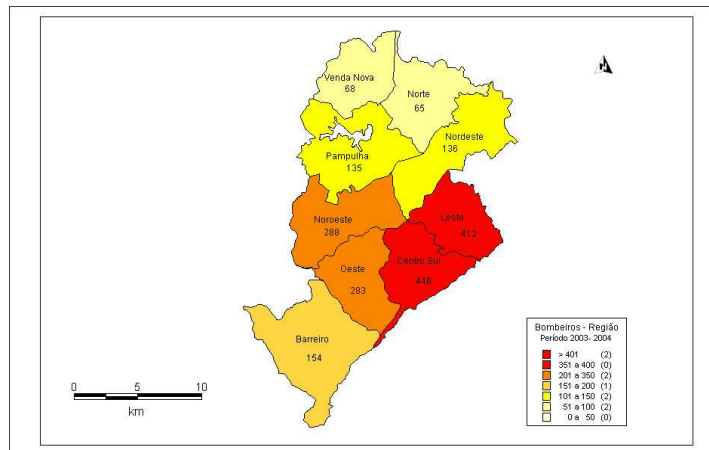


Figura 10 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pelo CBMMG, em Belo Horizonte no período de outubro/2003 – abril/2004.

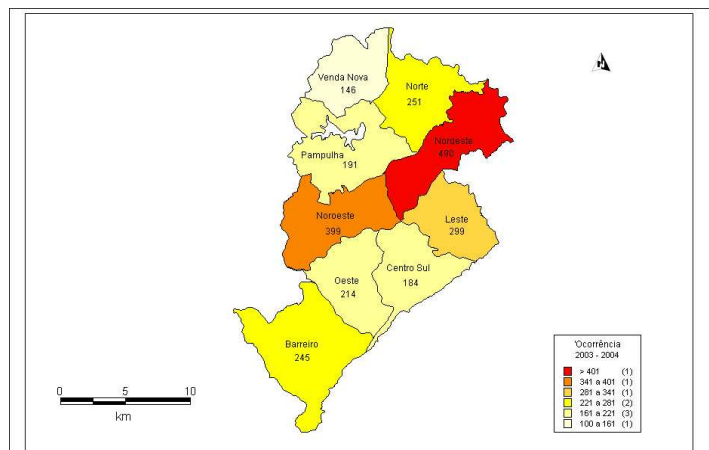


Figura 11 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pela COMDEC/BH, no período de outubro/2003 – abril/2004.

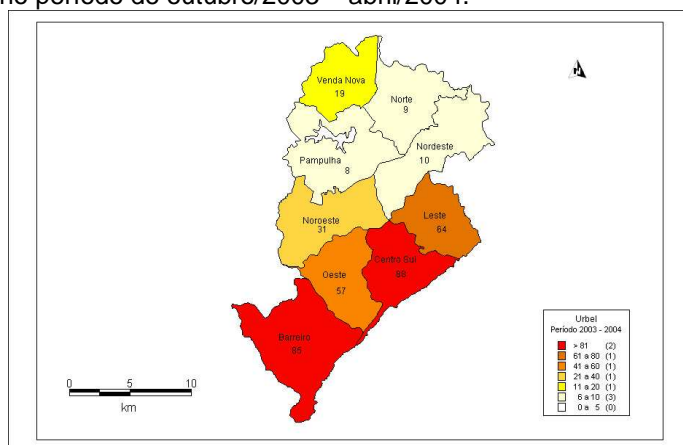


Figura 12 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pela URBEL, no período de outubro/2003 – abril/2004.

Observou-se, na Figura 10, uma concentração maior para as regiões Centro Sul, com 446, e a região Leste, com 412 eventos, coincidindo com o índice maior de chuvas registradas para a mesma região do município, especialmente ao longo da Serra do Curral. Para o intervalo de 351 a 400 ocorrências, não houve região identificada, sendo registrados para as regiões Noroeste e Oeste o total de 571 ocorrências.

Para os atendimentos realizados pela COMDEC/BH, foram registradas 490 ocorrências na região Nordeste, cujo índice pluviométrico ficou em torno de 1500 mm. Também mereceu observação a região Noroeste, com registro de 399 ocorrências, com precipitações também em torno de 1500 mm.

A Figura 12 apresenta a distribuição espacial dos registros realizados pela URBEL, onde foram registradas 88 ocorrências na região Centro-Sul, 57 na região Oeste, 85 no Barreiro e 64 na região Leste. Pode-se observar na mesma figura, que os maiores índices de ocorrências coincidem com os maiores índices pluviométricos.

Para o período chuvoso 2004/2005, constatou-se um menor índice pluviométrico acumulado, registrando-se na parte Centro-Sul e Leste índices entre 1400 a 1600 mm (ver Figura 13). Pode-se observar que o maior índice pluviométrico ocorreu no pluviômetro (Caixa de Areia), localizado na parte mais alta da Serra do Curral. Registrou-se de 1000 a 1100 mm, menores índices da estação chuvosa, na região de Venda Nova, Pampulha e parte da região Norte, conforme contido na Figura 13.

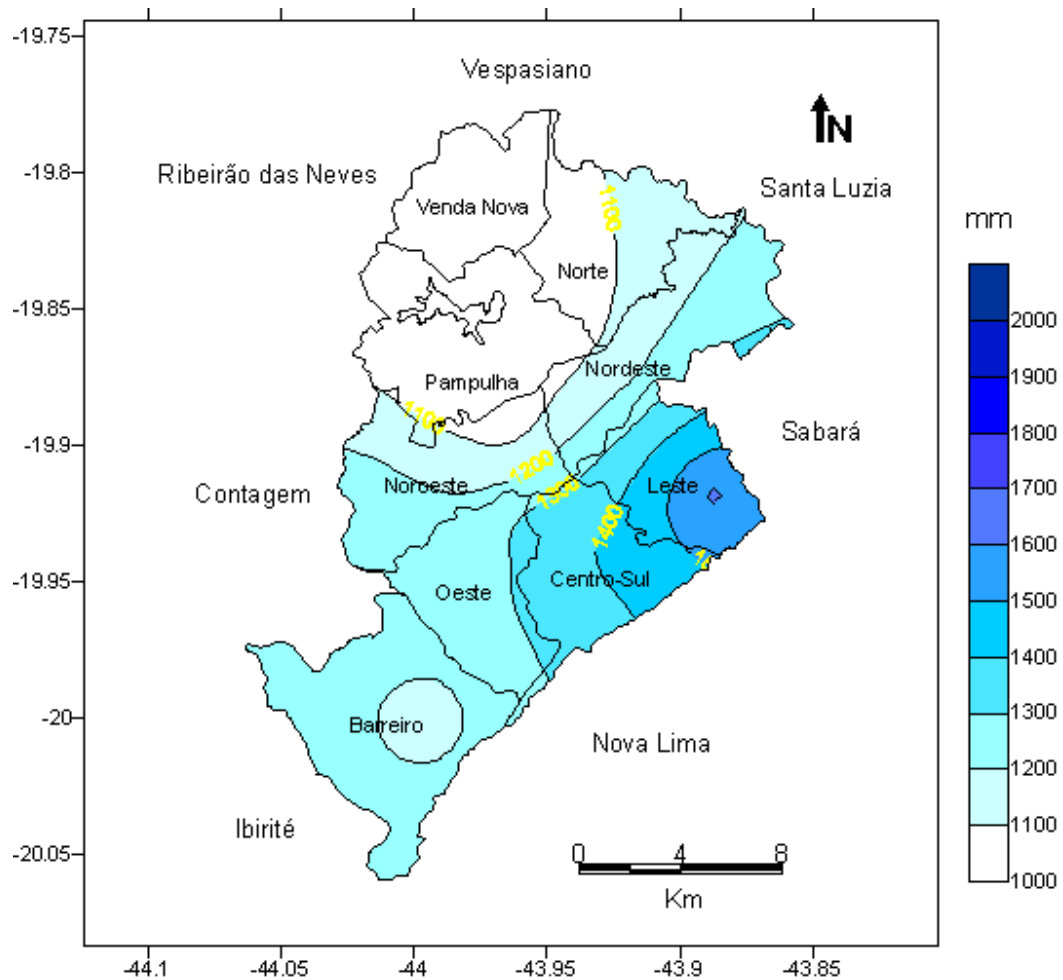


Figura 13 - Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte no período de outubro/2004 – abril/2005.

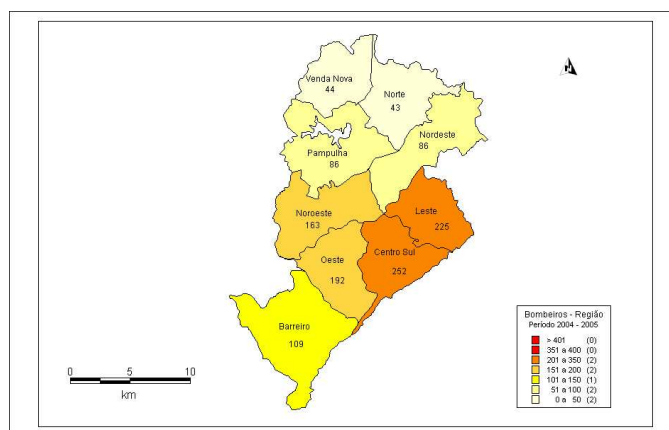


Figura 14 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pelo CBMMG, em Belo Horizonte no período de outubro/2004 – abril/2005.

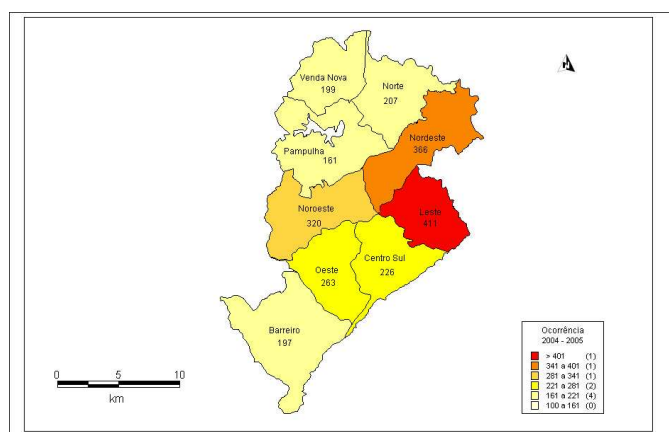


Figura 15 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pela COMDEC/BH, no período de outubro/2004 – abril/2005.

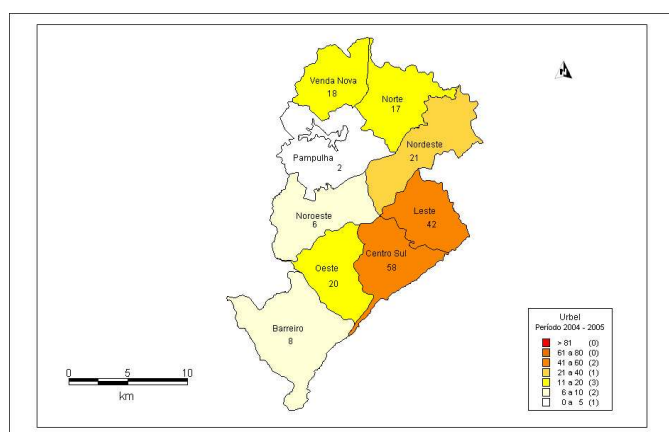


Figura 16 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pela URBEL, no período de outubro/2004 – abril/2005.

Para esse período chuvoso o CBMMG registrou eventos coincidentes com os altos registros pluviométricos, concentrando-se, principalmente, nas regiões Centro-Sul e Leste, com 477 ocorrências relacionadas às chuvas. Nas demais regiões houve um acompanhamento também no número de registros de atendimentos com as chuvas, conforme pode ser observado na Figura 14.

Foi feita uma comparação dos registros da COMDEC/BH com a precipitação do período chuvoso. As regiões Leste, com 411 eventos e Nordeste, com 366 eventos, foram as que tiveram os maiores registros no período. A Figura 15 especifica, quantitativamente, as ocorrências registradas.

Os registros da URBEL, referente ao mesmo período chuvoso, foram coincidentes no que se refere aos maiores registros, com os da COMDEC/BH e CBMMG, observando-se as regiões Centro-Sul e Leste, com maiores índices. Contudo, observou-se registros de 18 ocorrências nas regiões de Venda Nova e de 17 na Norte. As precipitações registradas no período foram mais fracas nessas duas regiões.

Para o período chuvoso 2005/2006, observou-se os menores índices pluviométricos em relação aos anteriores. Nesse período, os maiores índices pluviométricos foram pontuais, de 1400 mm em áreas específicas da região Centro-Sul e também na região do Barreiro. Notou-se que em mais da metade da área do Barreiro houve precipitação acumulada em torno de 1200 mm, veja a Figura 17.

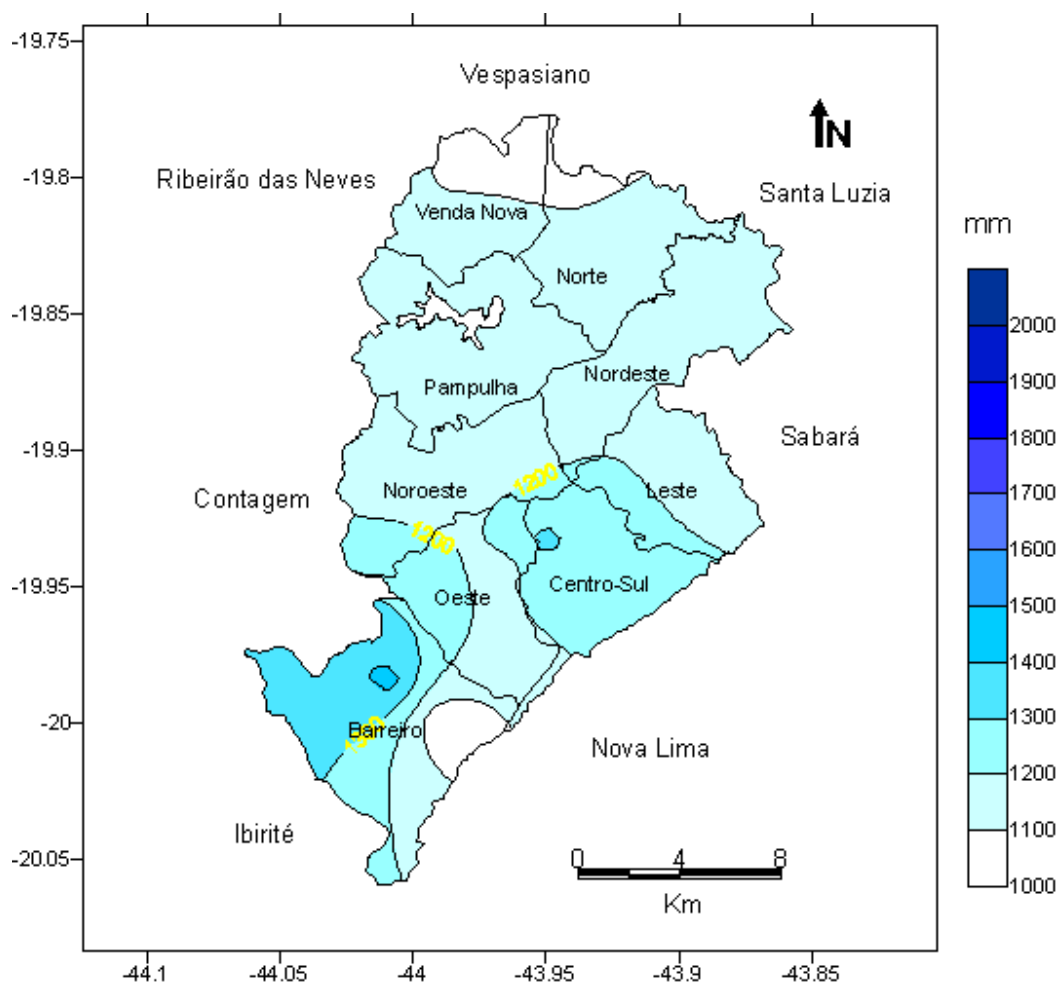


Figura 17 - Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte no período de outubro/2005 – abril/2006.

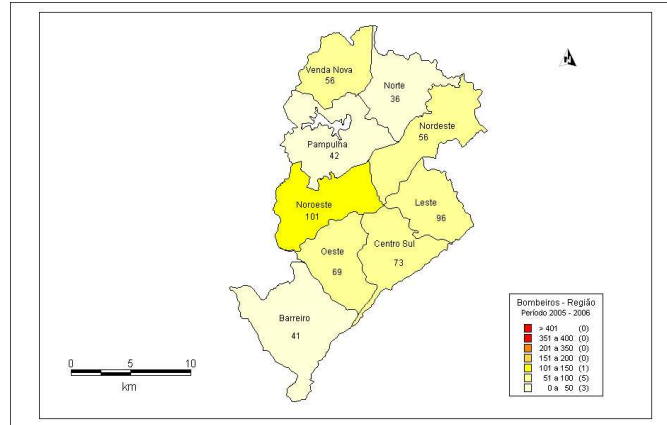


Figura 18 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pelo CBMMG, em Belo Horizonte no período de outubro/2005 – abril/2006.

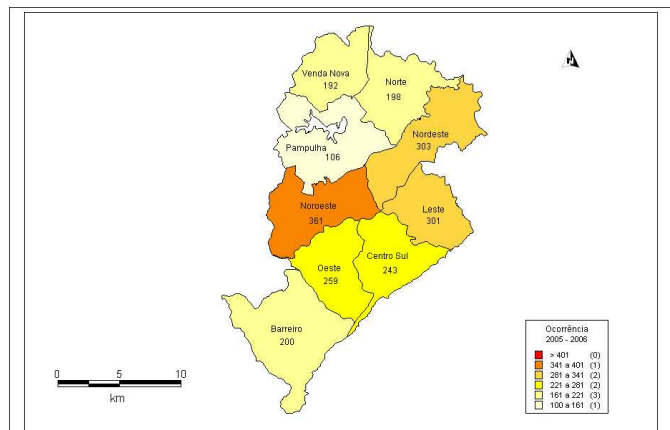


Figura 19 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pela COMDEC/BH, no período de outubro/2005 – abril/2006.

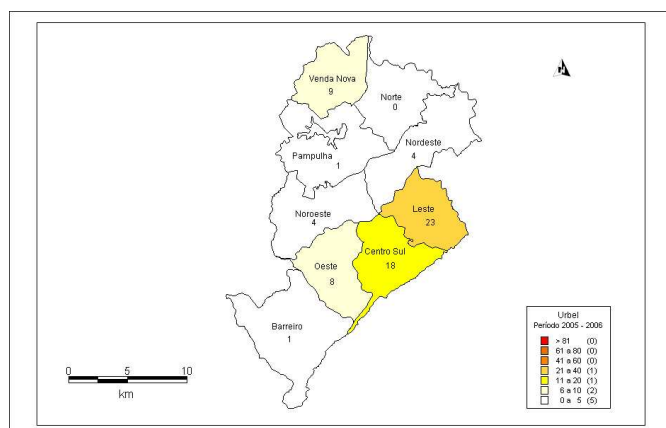


Figura 20 - Distribuição espacial das ocorrências relacionadas às chuvas, atendidas pela URBEL, no período de outubro/2005 – abril/2006.

Os eventos registrados pelo CBMMG mostraram-se mais intensos nas regiões Noroeste, Oeste, Centro Sul e Leste, acompanhando a sub-bacia do Ribeirão Arrudas. Verificou-se um número menor de ocorrências registradas para esse período em relação aos períodos anteriores (veja Figura 18).

Já os eventos registrados pela COMDEC mostraram-se ocorrentes com as regiões observadas nos períodos anteriores, com uma distribuição relativamente homogênea na maioria das regiões, excetuando-se para a região da Pampulha, que apresentou 106 registros de evento relacionado com as chuvas.

Os eventos registrados pela URBEL, conforme Figura 20, pontuaram-se destacadamente nas regiões Centro-Sul e Leste, acompanhando os registros mais intensos de precipitações em torno de 1200 mm de chuvas para estas regiões.

6 DIAGNÓSTICO

Nesta pesquisa procurou-se identificar e avaliar os registros pluviométricos para os períodos chuvosos 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006, distribuindo espacialmente as ocorrências atendidas pelo CBMMG, pela COMDEC/BH e pela URBEL, procurando observar possíveis relações existentes, dentre outros aspectos relevantes, objetivando produzir conhecimentos para colaborar na redução de desastres relacionados às chuvas no município de Belo Horizonte.

Levou-se em conta outros aspectos de influência, estudados anteriormente, que podem contribuir para a eclosão de eventos calamitosos, tais como o relevo, o tipo de solo, a topografia, a hidrografia, a densidade demográfica e o nível de urbanização.

O crescimento desordenado da população, especialmente das comunidades carentes, que constroem suas residências sem o devido projeto que garanta o mínimo nível de segurança, pode proporcionar potenciais locais de risco

para Belo Horizonte. Outro aspecto relevante verificou-se pela formação das “ilhas de calor urbano” no município, fator preponderante na mudança da temperatura, especialmente em sua elevação, contribuindo para a formação das chuvas convectivas.

Nesse sentido, Belo Horizonte recebe a influência da Serra do Curral, cenário propício para a formação de chuvas orográficas e de verão intensas, como registradas, com maiores intensidades, no período de 2003/2004, especificamente no mês de janeiro/2004, alcançando índices de 150% acima da média histórica.

Outro fator identificado nesta pesquisa se refere à sub-bacia do Ribeirão Arrudas que abrange, além de Belo Horizonte, os municípios de Contagem/MG e Sabará/MG registrando em toda sua longitude, os maiores índices de ocorrências, pelos órgãos que atuam nas atividades de defesa civil em Belo Horizonte.

Vale ressaltar que nessa mesma área encontra-se concentrada grande parte da população de Belo Horizonte, tornando-se um ingrediente fator de risco.

Do estudo, depreendeu-se que as chuvas estão diretamente relacionadas com as ocorrências atendidas pelos órgãos de defesa civil, atuantes no município de Belo Horizonte. Identificou-se claramente a gradação dos registros pluviométricos com os registros de ocorrências. No período de 2003/2004 choveu mais e, conseqüentemente, houve maior quantidade de registros de ocorrências. Nos período de 2004/2005, com registros pluviométricos menores, houve menos registros de ocorrências. Para o período de 2005/2006, que choveu menos que

nos períodos anteriores a quantidade de ocorrências diminuiu, acompanhando os índices pluviométricos.

Constatou-se a existência de um “Eixo Potencialmente Vulnerável” coincidente com a sub-bacia do Ribeirão Arrudas, ao Norte, quase limite com a sub-bacia do Ribeirão da Onça, tendo em vista que a maior incidência dos registros de ocorrências preponderou nas regiões Centro-Sul, Leste, Nordeste e Noroeste, acompanhando a tendência das chuvas de precipitarem ao longo da Serra do Curral, parte mais elevada de Belo Horizonte. A sub-bacia do Ribeirão Arrudas tem uma área com uma topografia favorável a incidência de inundações, para os mananciais não revestidos e, podendo ser receptiva aos alagamentos se estes estiverem revestidos. Outro aspecto concorrente refere-se a localização, nessas regiões, da maior concentração de população, de acordo com o censo de 2000.

As conseqüências das chuvas precipitadas ao longo da Serra do Curral podem ser desastrosas a cada ano que passa se não forem considerados, para as construções das medidas estruturais, os maiores índices pluviométricos, para a elaboração de projetos urbanísticos.

Tendo em vista que a tendência para Belo Horizonte é a de aumentar os revestimentos dos cursos d’águas existentes, com as crescentes construções de “Avenidas Sanitárias”, especialmente nas áreas urbanas, que na maioria das vezes localizam-se em vales, provocando a impermeabilização do solo, dentre outros aspectos constantes da Tabela 1, podem acarretar potenciais riscos para as populações instaladas nesses locais.

As construções das coberturas ou revestimentos dos mananciais em áreas urbanas devem ser planejadas, observando-se a necessidade da vazão dos maiores índices históricos pluviométricos para o município de Belo Horizonte, dando atenção especial às sub-bacias dos Ribeirões Arrudas e da Onça, bem com

buscando uma integração entre os demais municípios limítrofes, tendo em vista integrarem as hidrografias de uma mesma região.

Outro aspecto relevante refere-se à construção, em andamento, da Linha Verde¹, que por um lado irá oferecer desenvolvimento para a região ao Norte de Belo Horizonte, mas, por outro, pode proporcionar potencial risco para as populações ao entorno, caso as regras de uso e ocupação do solo não sejam seguidas. A urbanização é benéfica e necessária para os dias de hoje se houver, nas mesmas proporções, uma contra-partida adequada em favor do meio ambiente.

Dessa forma, constatou-se a necessidade de estudos mais detalhados no sentido de dar continuidade a esta pesquisa, buscando-se estudos mais aprofundados e outras correlações, como os tipos de solos e os tipos de construções, com as já conhecidas áreas de risco em evoluções, podendo-se ampliar esta pesquisa com o implemento de maior quantidade de períodos a serem estudados, podendo-se até mesmo definir com maior precisão os índices pluviométricos de alertas para cada região.

A elaboração de *softwares* específicos que possibilitem aos órgãos de defesa civil acomodarem seus dados de registros de ocorrências em bancos de dados apropriados e programados para interpretarem de forma espacial as diversas ocorrências, havendo a possibilidade da disponibilização dos dados entre os órgãos responsáveis pelas atividades de defesa civil em Belo Horizonte e os dos municípios limítrofes, tendo em vista a interdependência, em especial para os

¹ Uma via de trânsito rápido, com 35,4 km de extensão, que irá ligar o centro de Belo Horizonte ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves, na cidade de Confins/MG.

aspectos climáticos, promovendo, dessa forma, uma integração que proporcione a produção de conhecimento, especialmente para a elaboração de mapeamentos atualizados, relacionados com as áreas de risco.

Finalmente, constatou-se a necessidade de um investimento do CBMMG em serviços que busquem conhecimentos climatológicos, não só para o município de Belo Horizonte, mas também para todo o Estado de Minas Gerais. Atualmente, o CBMMG não pode aguardar de prontidão a chuva chegar e causar inundações, alagamentos e escorregamentos, a estiagem se transformar em seca, faltando água e queimando as vegetações, o frio atingir índices alarmantes e trabalhar no imediatismo pontual, sem os devidos estudos e planejamentos contingenciais atualizados. Os trabalhos de defesa civil carecem, pelo menos, de medidas não-estruturais relacionadas ao conhecimento científico e pragmático, objetivando a redução de danos humanos, materiais e ambientais. Belo Horizonte seria um bom começo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto 5.376, de 17 de fevereiro de 2005**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil – SINDEC e Conselho Nacional de Defesa Civil, e dá outras providências. Diário Oficial da União, 18 de fevereiro de 2005.

CAMPOS et. al. **A Escolaridade Recente no Município de Belo Horizonte: Uma abordagem Infra-Municipal**. Trabalho apresentado no XIV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, ABRP, realizado em Caxambu/MG, Brasil, de 18-22 de setembro de 2006.

COELHO C. W. G. A. **Estudo da variabilidade espacial das chuvas em Belo Horizonte a partir da expansão da rede pluviométrica: Uma análise qualitativa**. Dissertação apresentada no Instituto de Geociências da UFMG, Belo Horizonte, 2006.

FCTH. **Manual do Modelo Hidrológico CABIC**, Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, FCTH, São Paulo, 1999.

FENDRICH, R. **Chuvas Intensas Para Obras de Drenagem no Estado do Paraná**. Editora Universitária Champagnat, Curitiba – PR, 97p, 1998.

FENDRICH, R.. **Importância das equações de chuvas intensas na drenagem urbana**. XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS – Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio, 28-02/12/1999, Belo Horizonte/MG. CD-Rom.

FERREIRA, V. O. **Caracterização genética de eventos pluviais concentrados em Belo Horizonte – MG**. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 6, n.8, p. 13-28, dez. 96.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GLOSSÁRIO DE DEFESA CIVIL: **Estudos de riscos e medicina de desastres**. 3 ed. rer./Ministério da Integração Nacional. Brasília:MI, 2002.

HIDROGRAFIA DE BELO HORIZONTE: Mapa das áreas de atuação do Projeto Manuelzão. Disponível em : <http://www.manuelzao.ufmg.br/jornal/jorn-ulted17/hidrobhmapa.htm>. Acesso em 22 de agosto de 2006.

MAGNI, N. L. G. **Estudo Pontual das Chuvas Intensas**, Doutorando EPUSP, 1984.

MINAS GERAIS. Decreto nº 43.424, de 10 de julho de 2003. Dispõe sobre a organização do Gabinete Militar do Governador do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.

MINUZZI et al. **Estudo microclimático da precipitação na grande São Paulo**. XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 29-03/09/2004, Fortaleza, Ceará. Anais 2004, CD-Rom.

PORTO, R. L. ET ALII. **Drenagem Urbana**, In: Hidrologia – Ciência e Aplicação, Porto Alegre – RS, Capítulo 21: 805 – 847, 1993.

PRATINI DE MORAES, João Alberto. **Evidências do El Niño em Minas Gerais**. XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS – Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio, 28-02/12/1999, Belo Horizonte/MG. CD-Rom.

PRATINI DE MORAES, João Alberto. **Mudança climática e recursos hídricos em Minas Gerais**. XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS – Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio, 28-02/12/1999, Belo Horizonte/MG. CD-Rom.

OLIVEIRA, C. X. e SILVA, W. B. **A importância da meteorologia na defesa civil do Estado de São Paulo**. XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 29-03/09/2004, Fortaleza, Ceará. Anais 2004, CD-Rom.

PEREIRA FILHO et al. **Enchentes na região metropolitana de São Paulo: aspectos de mesoescala e avaliação de impactos**. XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 29-03/09/2004, Fortaleza, Ceará. Anais 2004, CD-Rom.

PEREIRA FILHO et al. **Impacto hidrológico das precipitações observadas na Região Metropolitana de São Paulo nos dias 04 de fevereiro de 2004 e 29 de janeiro de 2004**. XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 29-03/09/2004, Fortaleza, Ceará. Anais 2004, CD-Rom.

POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA CIVIL – Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Civil, 2004.

REIS, R. J. et al. **Determinação das áreas de potencial de riscos de precipitações intensas em Belo Horizonte**, 2004.

XAVIER, H. e OLIVEIRA, L. **Área de risco de deslizamento de encostas em Belo Horizonte**. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 6, n.8, p. 53-70, dez. 96.