

5.2 ANÁLISE DA EXPANSÃO DA REDE E A VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA TOPOGRÁFICA NA CONFIGURAÇÃO DAS CHUVAS.

Este tópico analisa a distribuição espaço-temporal das chuvas mensais sobre a superfície belorizontina nos meses de novembro dezembro, janeiro, fevereiro e março para o período de 2003/2004 e 2004/2005. Tal análise se baseou nas diferentes densidades de pontos de coletas relacionando-os constantemente com a média histórica do posto do Inmet e com a topografia a fim de se identificar a contribuição da mesma na distribuição das chuvas sobre Belo Horizonte.

Em estudos de precipitação é de suma importância o conhecimento da sua distribuição no espaço e no tempo para fins diversos com já mencionado anteriormente neste trabalho, portanto a análise da eficiência da rede pluviométrica se torna de fundamental importância para os estudos hidrológicos.

Um conjunto de mapas foi produzido como ferramentas de suporte nesta análise. Utilizou-se mapas com 6, 11 e 14 pluviômetros, observando-se as diferenças espaciais produzidas a cada instante. Apenas os meses de novembro e dezembro de 2003, pelo fato da rede ainda não estar completa nesta época, contam com um número diferenciado de pluviômetros. Independentemente do número de pluviômetros constatou-se que Belo Horizonte já apresenta diferentes formas na distribuição espacial das chuvas comparando os diferentes pontos de coleta usados na produção dos mapas. Todos os mapas com 6 pluviômetros se referem aos já existentes antes do início da expansão da rede e o restante representam a evolução da rede. A idéia básica deste método é verificar se a inclusão de novos pontos de coleta de chuvas tem resultados diferentes na espacialização dos mesmos.

5.2.1 PERÍODO CHUVOSO 2003/204

O período de 2003/2004 foi atípico em relação aos períodos anteriores. Praticamente as chuvas começaram no mês de novembro empurrando os máximos totais para o trimestre dezembro, janeiro e fevereiro. O primeiro mês analisado foi novembro de 2003 que, nesta época, contava com 11 pluviômetros instalados utilizados neste estudo. O procedimento adotado para a verificação do ganho da expansão da rede neste mês foi a seguinte: a) Elaboração de um mapa a partir de 6 pontos de coletas, os já existentes e b) Elaboração de um mapa a partir de 11 pontos de coleta.

As Figuras 35 e 36 ilustram os primeiros resultados obtidos com a nova rede instalada em Belo Horizonte. Alguns núcleos são observados com a instalação da nova rede o que não se podia verificar anteriormente. Em áreas como no Norte antes com um maior total registrado com a nova rede verifica-se menores totais, mostrando já as diferenças espaciais produzidas pela nova rede além de já sinalizar a influência da Serra do Curral sobre os totais pluviométricos.

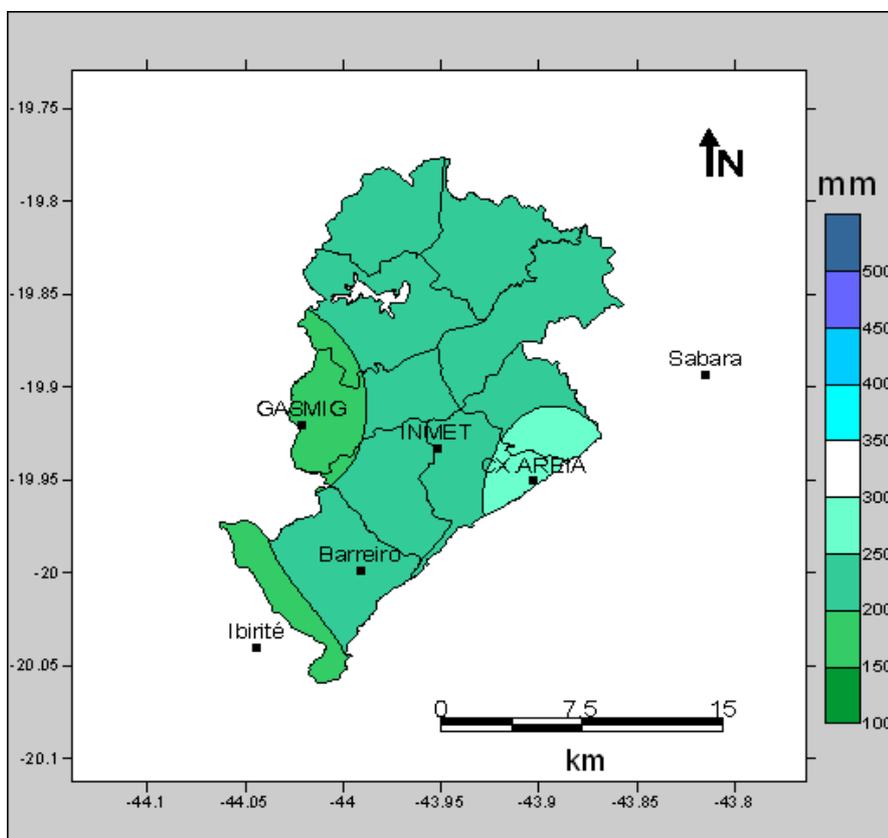


Figura 35. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de novembro de 2003, com 6 pluviômetros.

Na maioria das regiões de Belo Horizonte as chuvas ficaram abaixo da média histórica de 227 mm, apenas próximo a Serra do Curral na estação da Caixa de Areia registrou-se maiores valores, indicando a forte presença das chuvas orográficas. Apesar do baixo índice pluviométrico a Figura 37 evidencia a alta altitude com os maiores valores das chuvas deste mês. Neste mês de novembro de 2003 já se iniciava a atuação das frentes frias, porém é marcante a presença dos sistemas convectivos que é caracterizado por chuvas isoladas, sendo possível registrá-los com mais eficácia através da nova rede de pluviômetros.

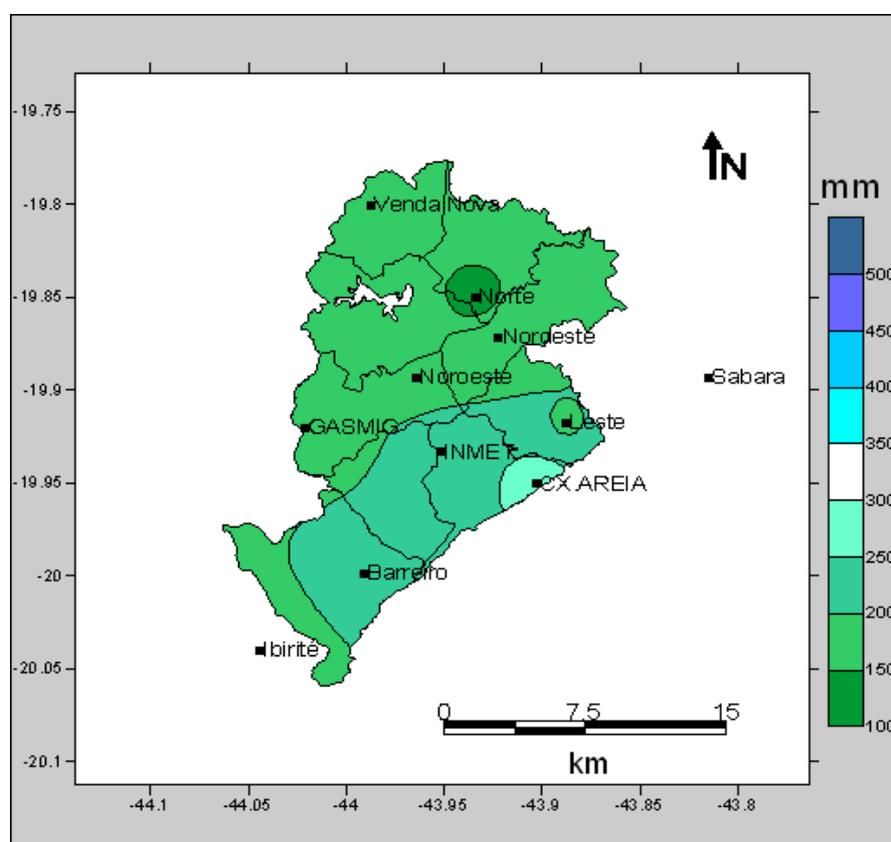
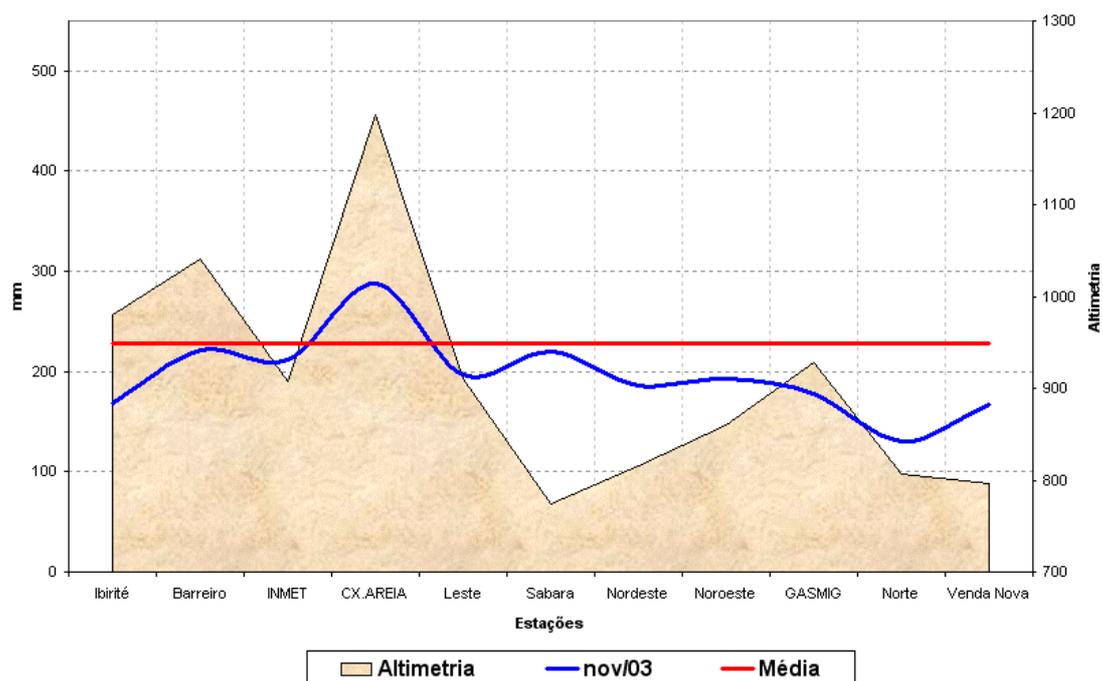


Figura 36. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte.

Mês de novembro de 2003, com 11 pluviômetros.

Figura 37. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – nov/03.



Em novembro de 2003 registrou-se valores médios de chuva, abaixo da média histórica, dentro de um verão anômalo com uma amplitude baixa e média influência topográfica.

No mês de dezembro de 2003, as diferenças são mais perceptíveis na variação de 6 para 11 pluviômetros, conforme Figuras 38, 39 e 40 abaixo. No primeiro momento toda a cidade está associada a índices próximos a 300 mm, porém com a análise com 11 postos observa-se que este valor é menor caindo para valores médios de 250 mm e com alguns núcleos menores ainda como a estação do Leste e do Nordeste.

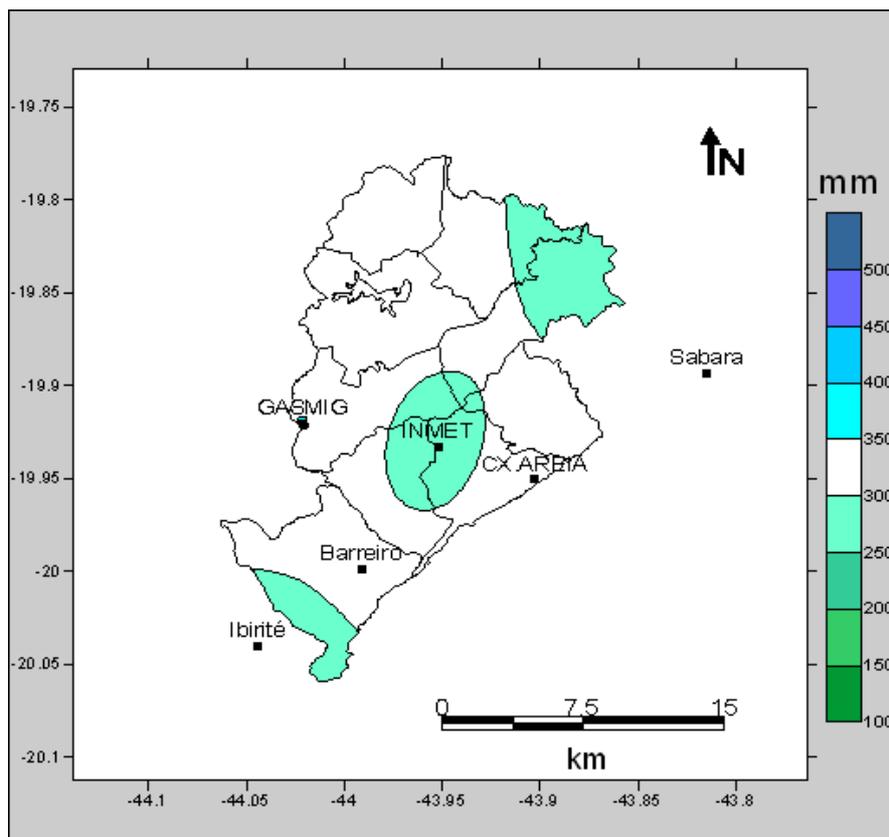


Figura 38. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de dezembro de 2003, com 6 pluviômetros.

A diferença espacial das chuvas neste mês de dezembro representado por 11 e 13 pluviômetros não é tão marcante quanto no caso anterior. A concentração dos totais pluviométricos dos 13 pluviômetros coincidiu com a configuração dos totais dos 11 pluviômetros anteriormente estudado, não demonstrando muita sensibilidade da rede neste mês. Vale lembrar que, neste período, Belo Horizonte passava por um período chuvoso anômalo o que pode ser indicativo de tal comportamento, entretanto vale a pena salientar, aqui neste mês também, o padrão de distribuição centrado sobre a Serra do Curral.

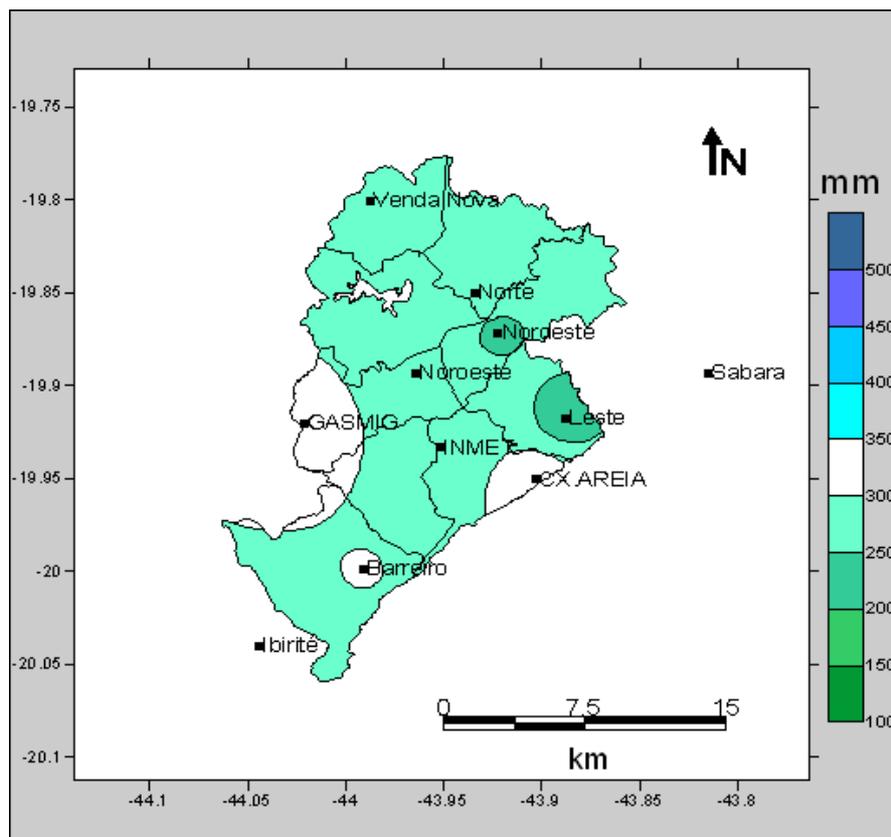


Figura 39. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de dezembro de 2003, com 11 pluviômetros.

O mês de dezembro tem um comportamento semelhante ao de novembro, ou seja, a região Norte do município ficou com anomalias negativas em relação à média histórica de 319 mm, Figura 41, enquanto a região Sul obteve resultados próximos e acima da média como a estação da Caixa de Areia com 342 mm e Sudecap Barreiro, 341 mm, indicando o efeito da nova rede de pluviômetros.

Em dezembro de 2003 contatou-se valores médios de chuva com uma amplitude baixa, valores abaixo da média dentro de um verão anômalo e média influência topográfica.

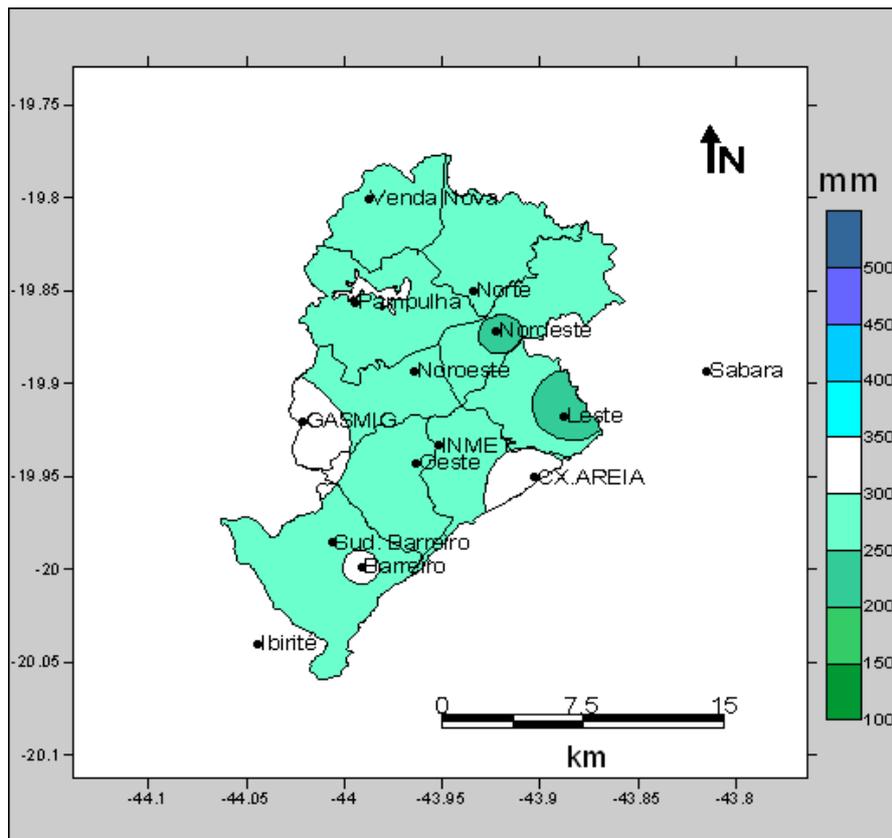
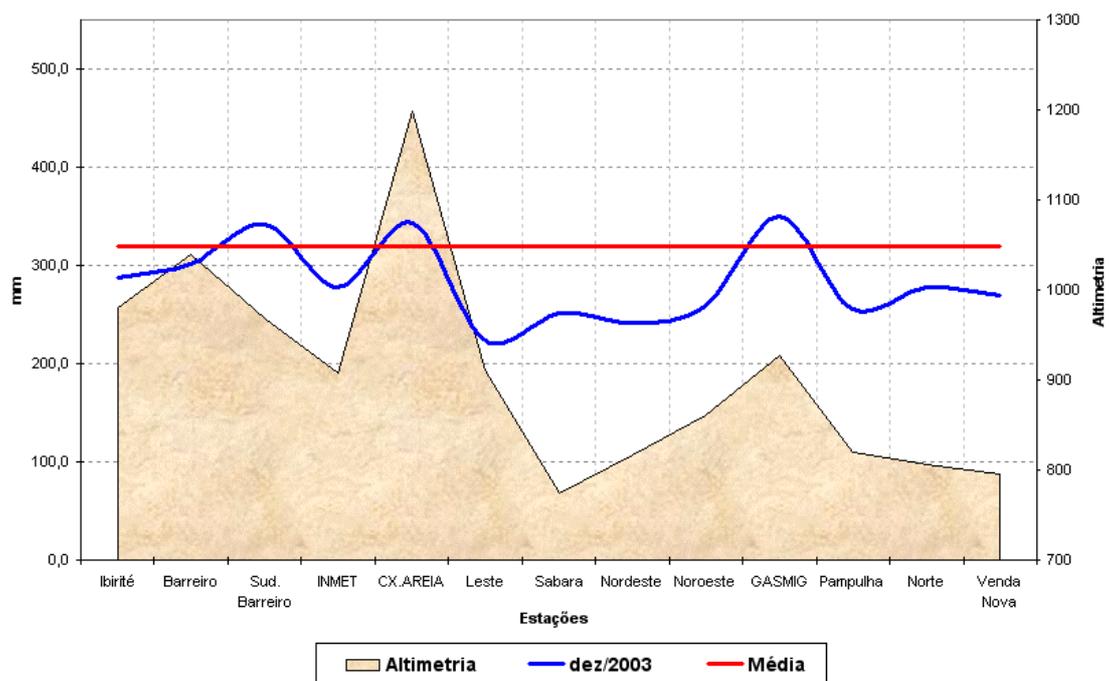


Figura 40. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de dezembro de 2003, com 13 pluviômetros.

Figura 41. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – dez/03.



No mês de janeiro de 2004 obteve-se resultados expressivos com a nova rede além de sinalizar com maior clareza a importância da topografia na configuração das chuvas em Belo Horizonte. Praticamente toda a capital mineira ficou com chuvas acima da média histórica de 296 mm e em alguns casos com valores excessivos como a Caixa de Areia com 523 mm e o Inmet com 502 mm.

As Figuras 42, 43 e 44 mostram as diferenças espaciais produzidas por cada densidade da rede, com 6, com 11 e com o total de 14 pluviômetros instalados.

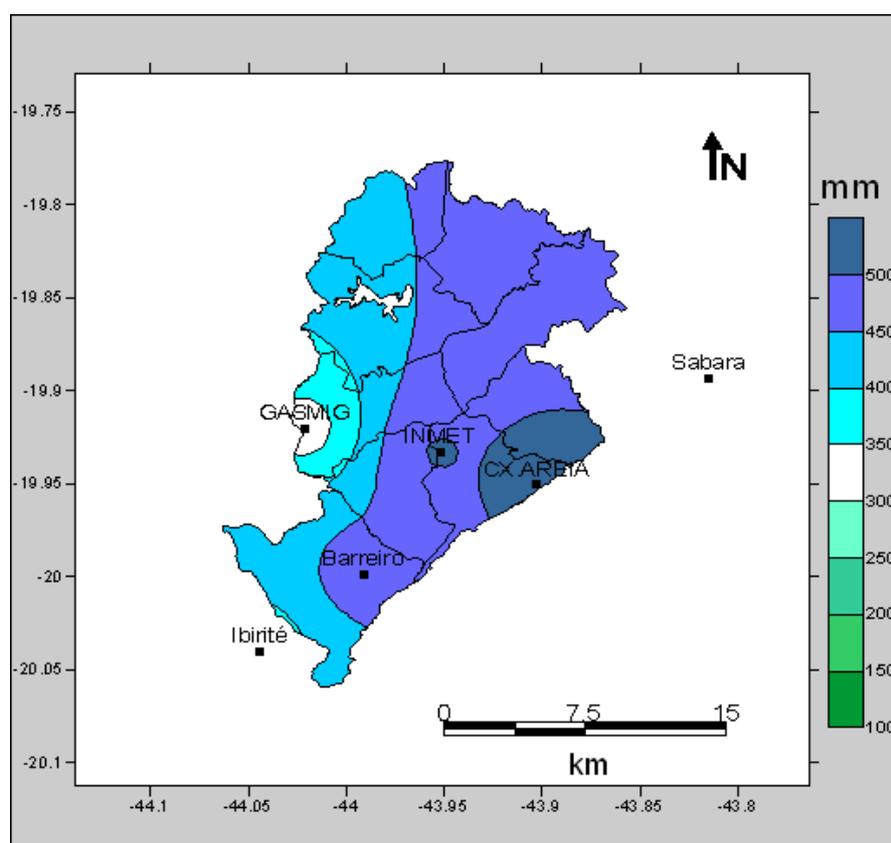


Figura 42. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de janeiro de 2004, com 6 pluviômetros.

Observa-se um padrão com totais mais elevados posicionado sobre Serra do Curral e uma configuração de um mapa para o outro com expressiva diferença nas suas isoietas, ou seja, à medida que a rede se expande, a visualização da distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte se configura diferentemente.

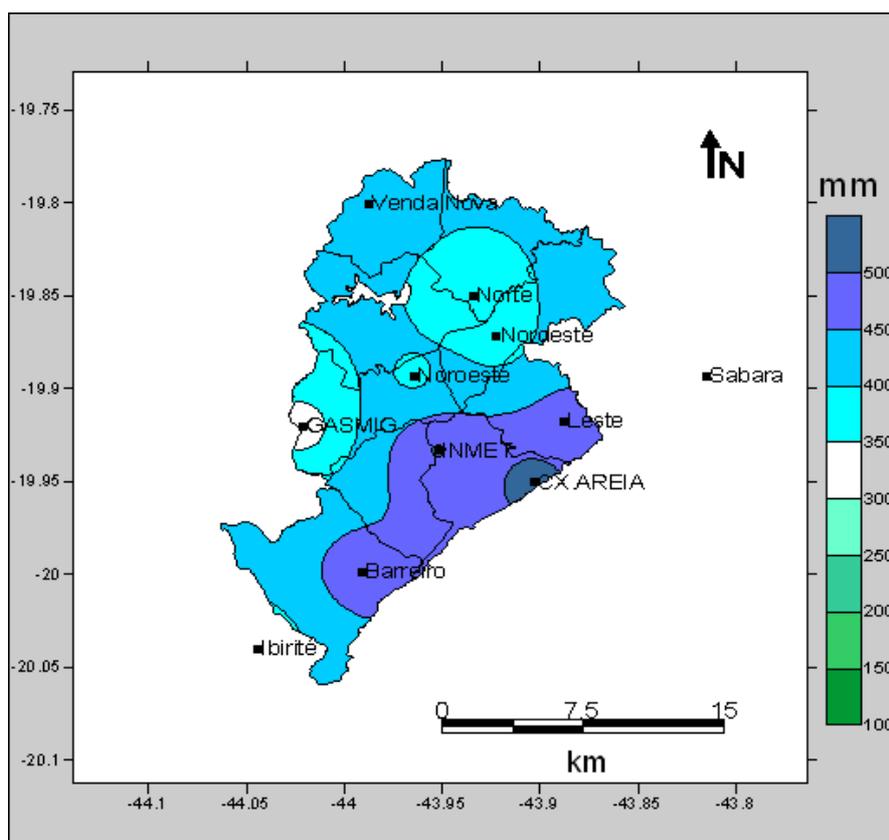


Figura 43. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de janeiro de 2004, com 11 pluviômetros.

Além das distintas representações espaciais identificadas em cada mapa a Figura 44, permite identificar outros pontos importantes: a) a estação do Inmet e da região Oeste distantes uma da outra 1,6 km, porém com uma elevação topográfica entre estes dois postos e mostra uma diferença na quantidade pluviométrica significativa, enquanto o Inmet obteve anomalias positivas, a estação do Oeste esteve próxima da média histórica. Outro ponto importante, a estação da Caixa de Areia situada na encosta da Serra do Curral também obteve valores acima da média histórica. Como nos meses anteriores, esta estação pode ter sofrido a influência da Serra em face do efeito orográfico. O mês de janeiro de 2004 apresentou valores altos de chuva com uma amplitude também alta, valores acima da média dentro de um verão anômalo e forte influência topográfica.

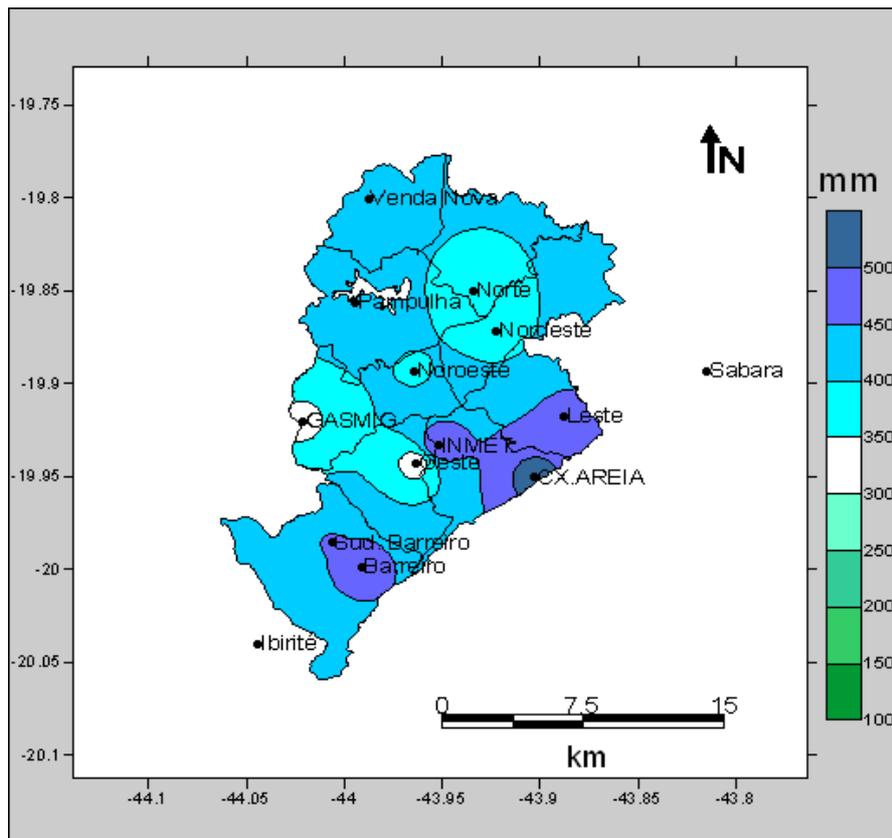
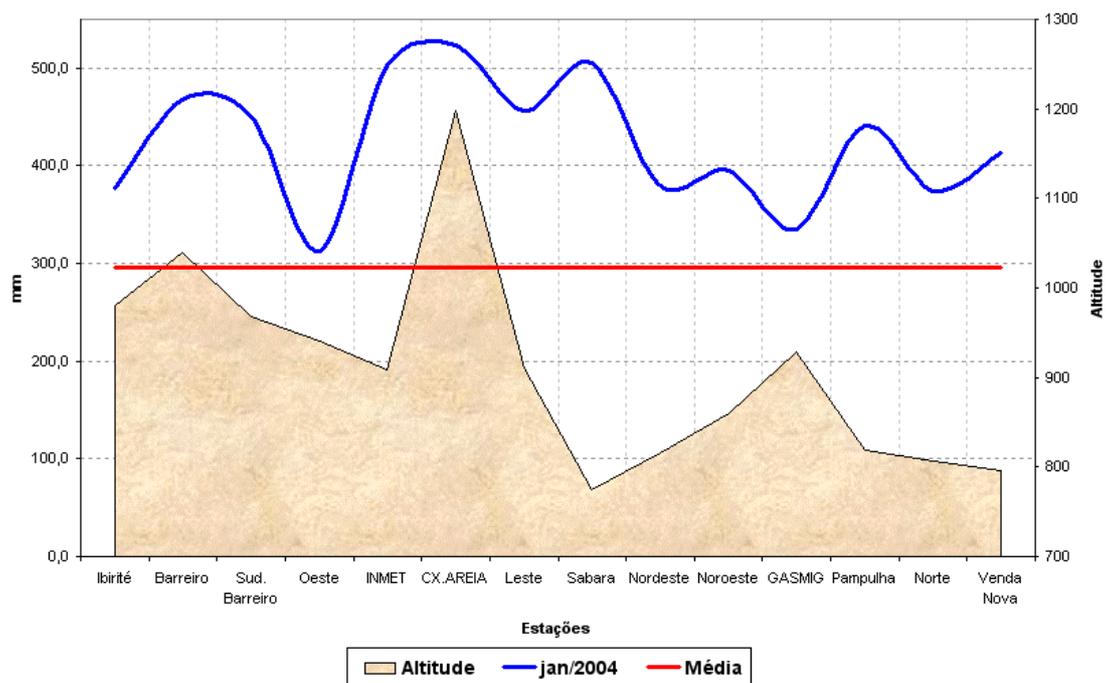


Figura 44. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de janeiro de 2004, com 14 pluviômetros.

Figura 45. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – jan/04.



O mês de fevereiro de 2004 (Figuras 46, 47, e 48) representou também um verão anômalo apresentando uma grande quantidade de chuvas. Toda a área de estudo ficou acima da média histórica de 188 mm e mais uma vez a estação Caixa de Areia destacou-se com um total de 490 mm. Pode-se destacar também a estação do Leste que registrou um total mensal de 450 mm. Esta estação também está bem próxima das encostas da Serra do Curral no bairro Taquaril, com indicativos muito fortes de ser influenciada pelo relevo local.

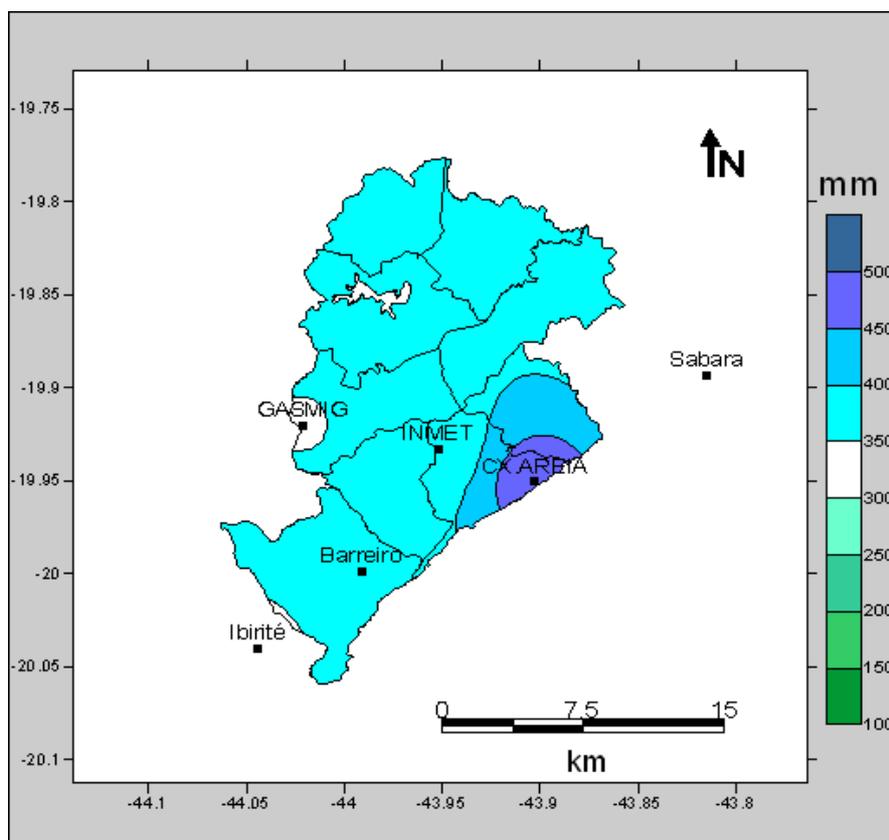


Figura 46 Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de fevereiro de 2004, com 6 pluviômetros.

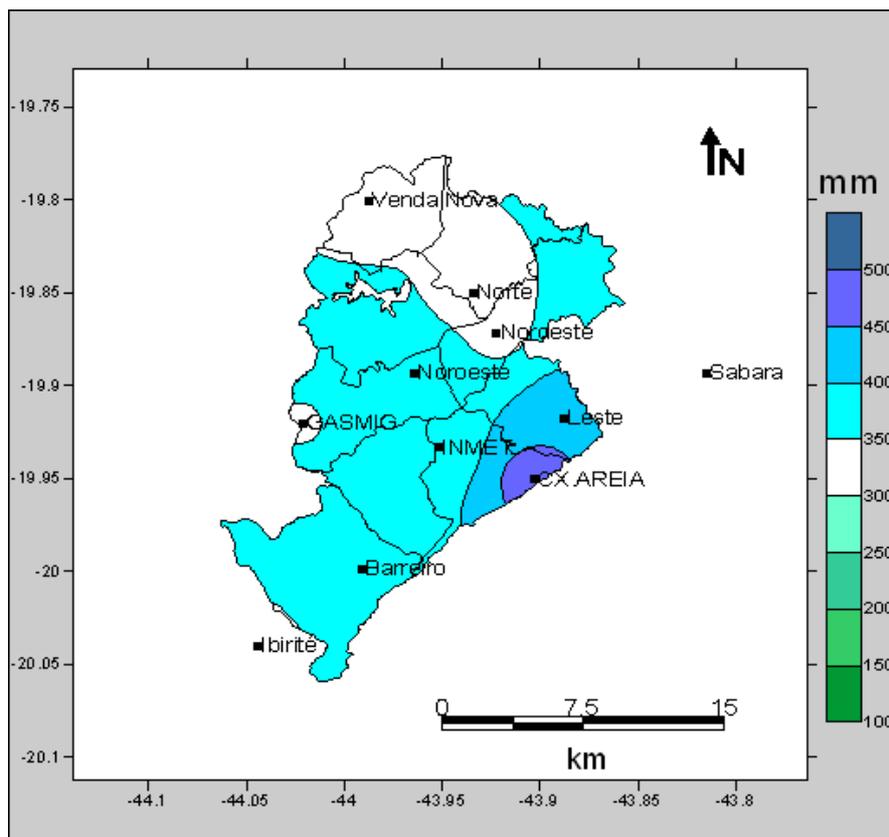


Figura 47. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de fevereiro de 2004, com 11 pluviômetros.

A regionalização das chuvas para este mês de fevereiro de 2004, comparando as diferentes densidades pluviométricas, ficou mais evidente no mapa de 6 para 11 postos, sendo que as isolinhas do mapa de 14 pluviômetros pouco modificaram o seu desenho final.

A Figura 49 demonstra claramente a correlação da topografia local na distribuição das chuvas em Belo Horizonte. Praticamente em todas as estações há um aumento dos totais pluviométricos quando também há um aumento da altitude. Obtivemos neste mês valores altos de chuva com uma amplitude também alta, valores acima da média dentro de um verão anômalo e forte influência topográfica.

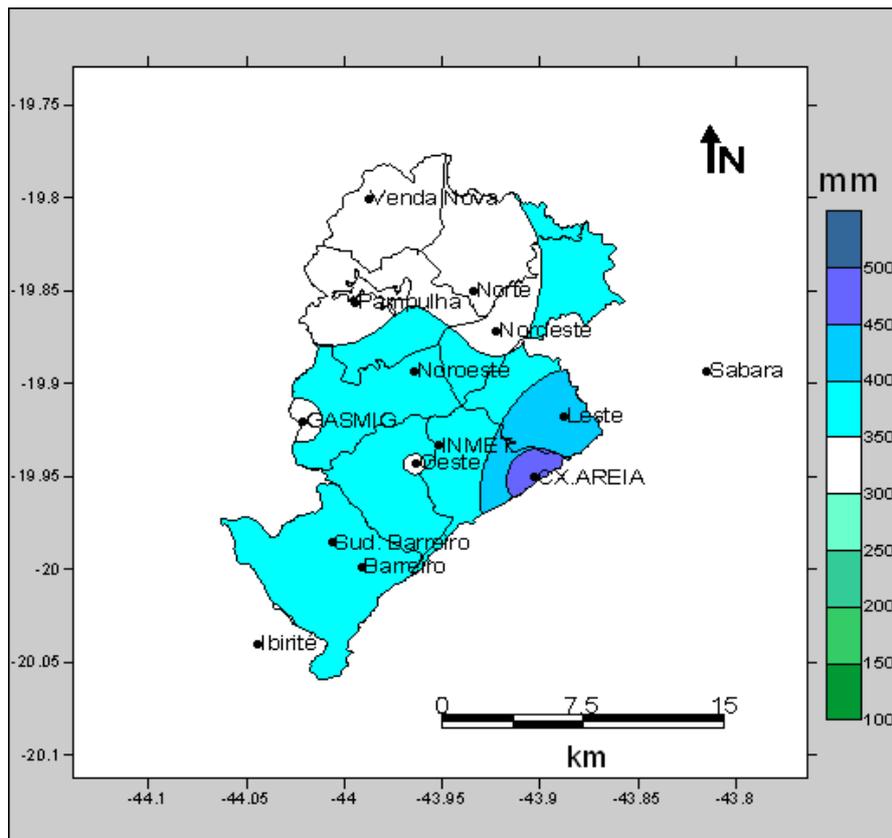
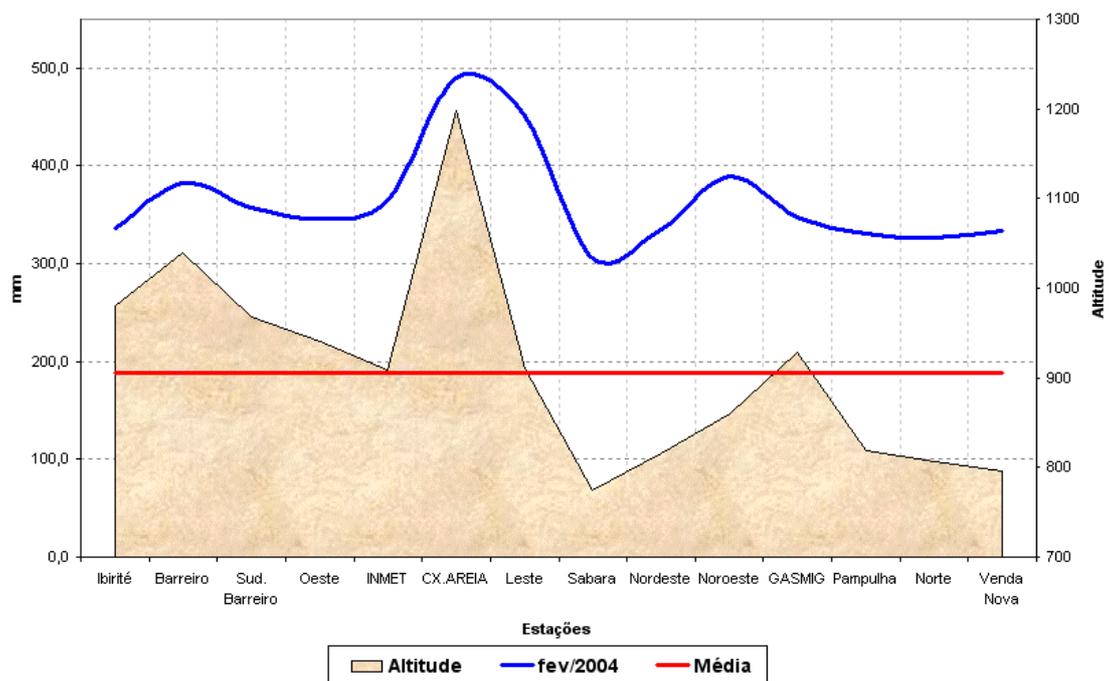


Figura 48. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de fevereiro de 2004, com 14 pluviômetros.

Figura 49. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – fev/04.



No mês de março de 2004, Figuras 50 a 53, começa a se observar o fim do período chuvoso e mesmo assim algumas estações ainda registram valores acima da média histórica de 163 mm. Neste mês as estações com maiores valores pluviométricos foram a Estação do Barreiro com 187 mm e a estação do Leste com 245 mm. Um fato relevante neste mês é a estação do Noroeste que registrou uma anomalia negativa em relação média histórica que é perceptível pelo gráfico da Figura 53.

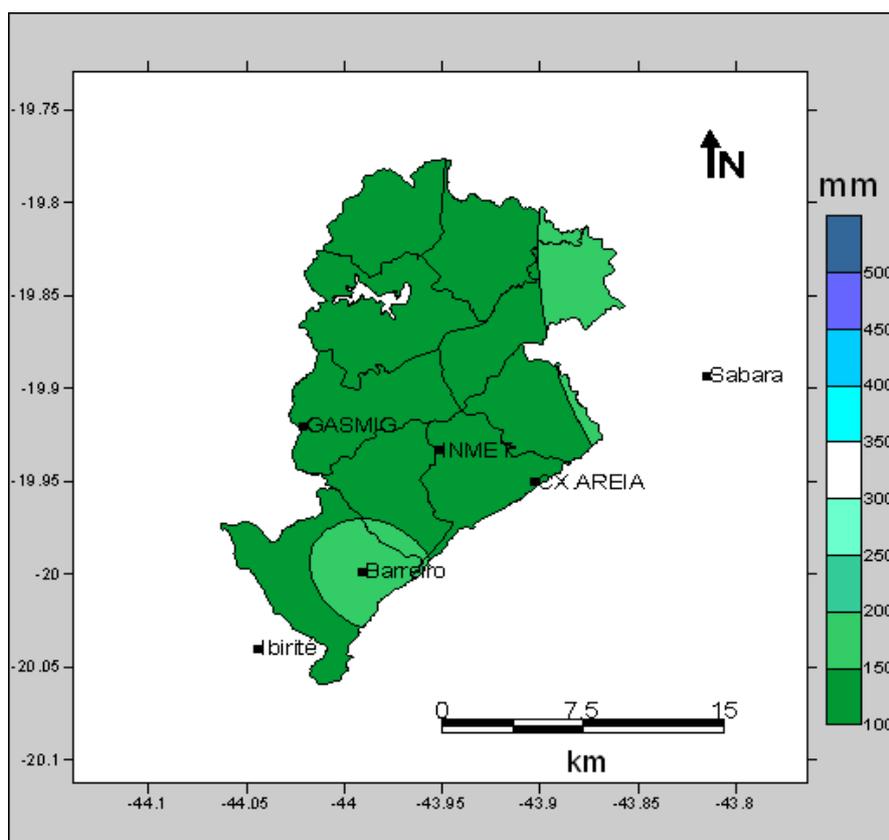


Figura 50. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de março de 2004, com 6 pluviômetros.

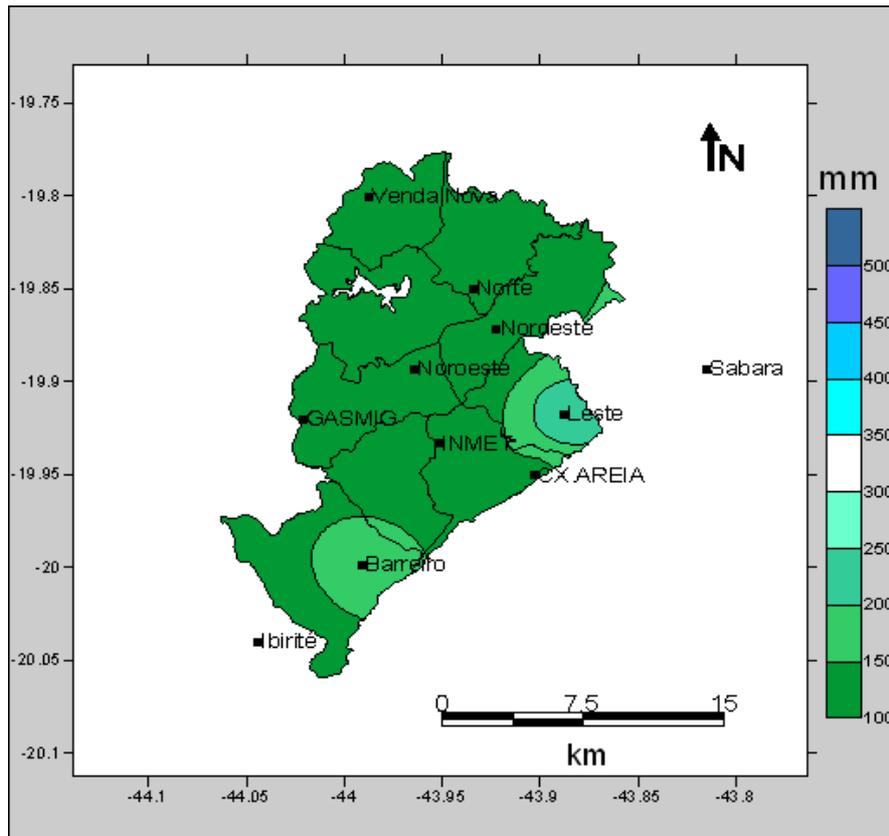


Figura 51. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de março de 2004, com 11 pluviômetros.

As diferenças espaciais produzidas pela expansão da rede no mês de março de 2004 não foram tão perceptíveis quanto nos meses anteriores, Figuras 50, 51 e 52. O mês de março de 2004 foi peculiar nesta questão demonstrando uma uniformidade nos valores pluviométricos para toda a área de estudo. Foram registrados valores baixos de chuva com uma amplitude média, valores acima e abaixo da média dentro de um verão anômalo e média influência topográfica.

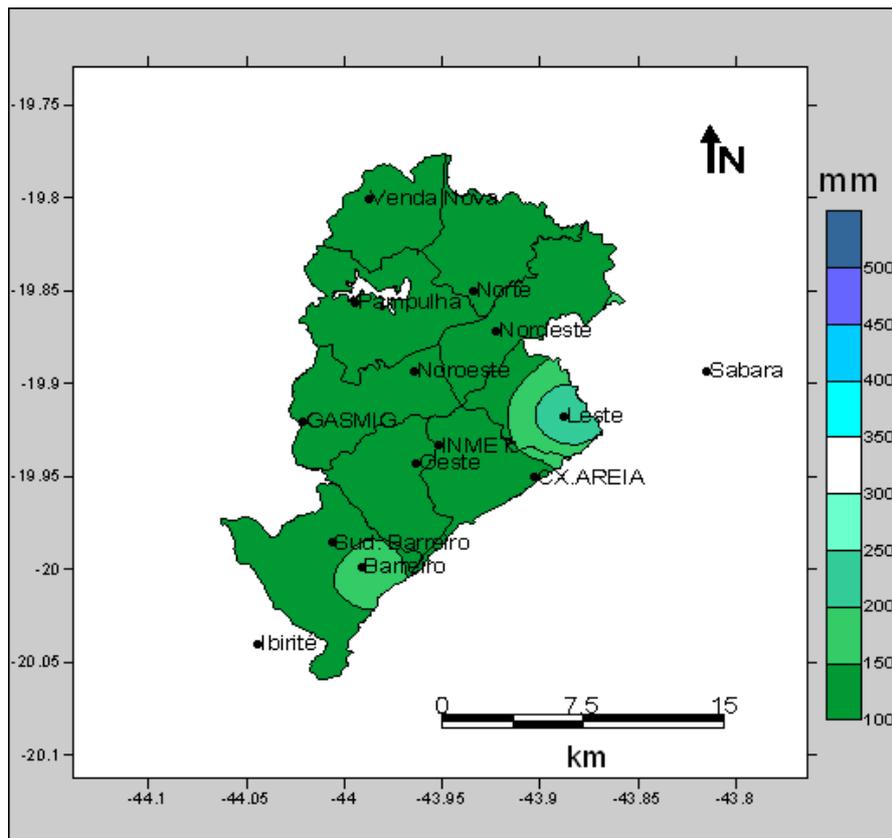
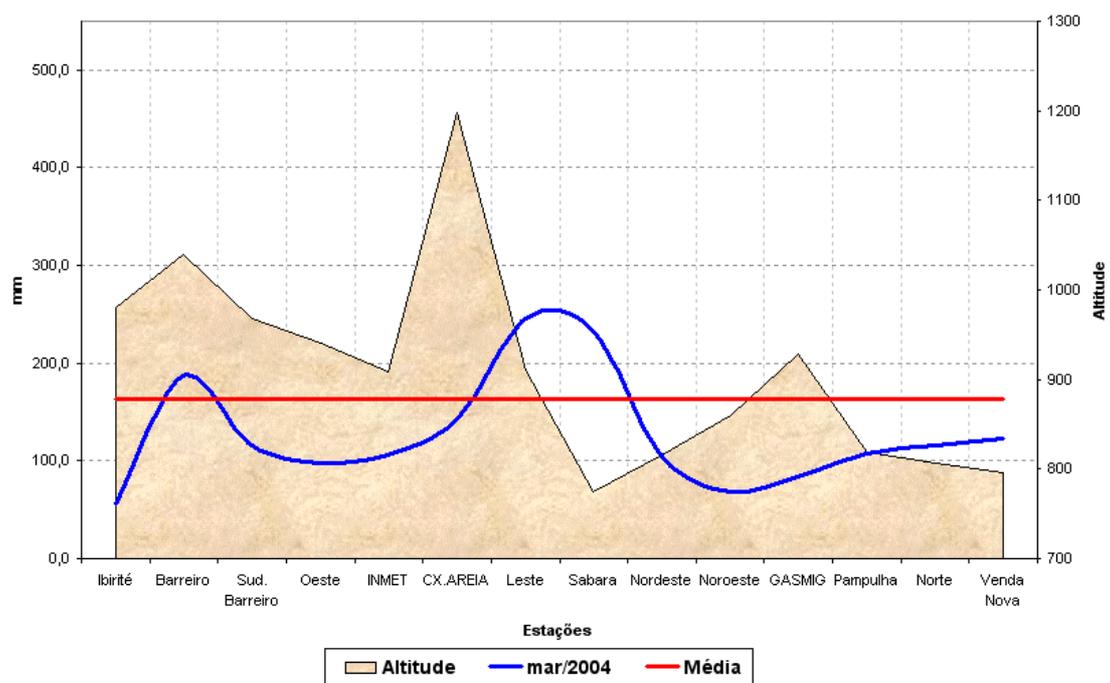


Figura 52. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de março de 2004, com 14 pluviômetros.

Figura 53. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – mar/04



5.2.2 PERÍODO CHUVOSO 2004/2005

Esta parte da análise do efeito da expansão da rede pluviométrica em Belo Horizonte compreende outro período chuvoso, neste caso um período considerado dentro das médias pluviométricas e que começou como esperado em outubro. Entretanto, foram utilizados os mesmos meses do período anterior para mantermos o padrão de análise, ou seja, os meses analisados foram de novembro a março, lembrando que este motivo se deu pelo fato dos dados começarem a serem coletados na nova rede somente no mês de novembro de 2003.

As Figuras 54, 55 e 56 mostram os diferentes resultados obtidos com diferentes números de pluviômetros. Entretanto são poucas estas diferenças nas isoietas produzidas. O mês de novembro de 2004 ao contrário do ano anterior, mostra um enfraquecimento no total pluviométrico. Os valores registrados ficaram bem abaixo da média histórica em todas as estações de coleta como pode ser observado no gráfico da Figura 57.

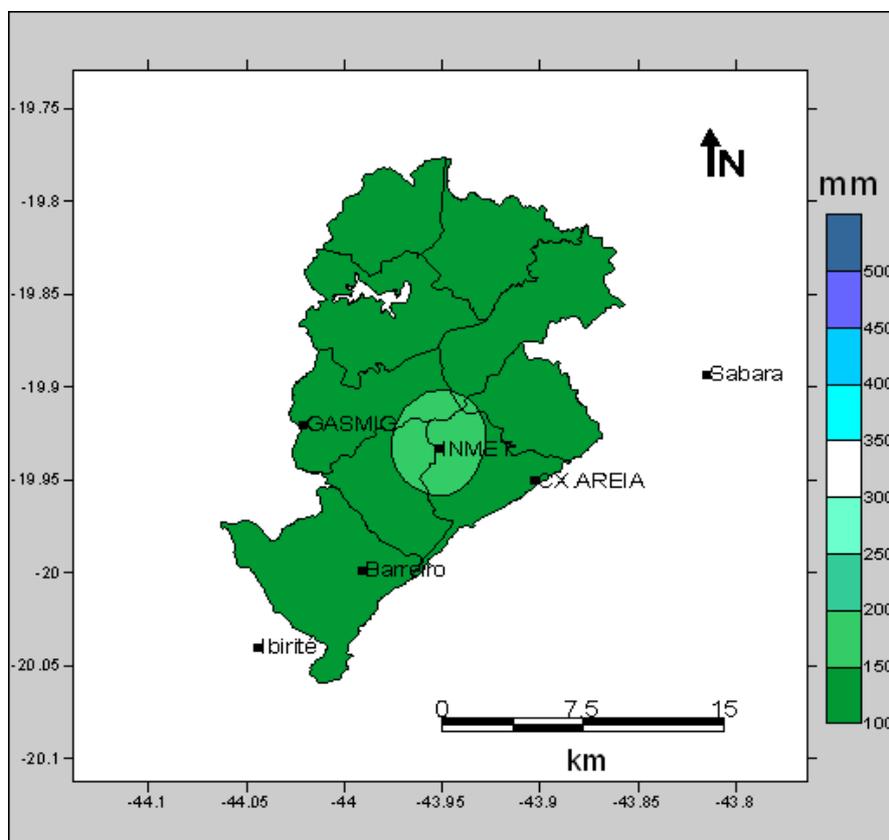


Figura 54. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de novembro de 2004, com 6 pluviômetros.

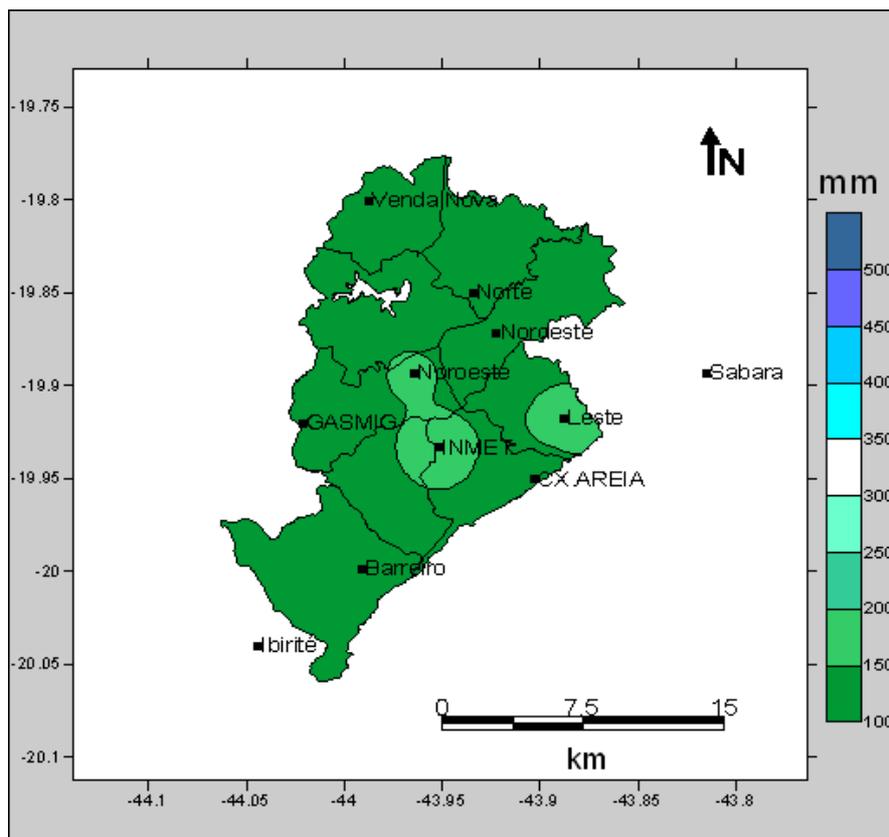


Figura 55. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de novembro de 2004, com 11 pluviômetros.

Este mês há indicativos de uma uniformidade na distribuição dos índices pluviométricos. Em comparação ao ano anterior este mês de novembro de 2004, obteve valores baixos de chuva com uma amplitude baixa entre estes índices, valores abaixo da média dentro de um verão considerado normal e fraca influência topográfica.

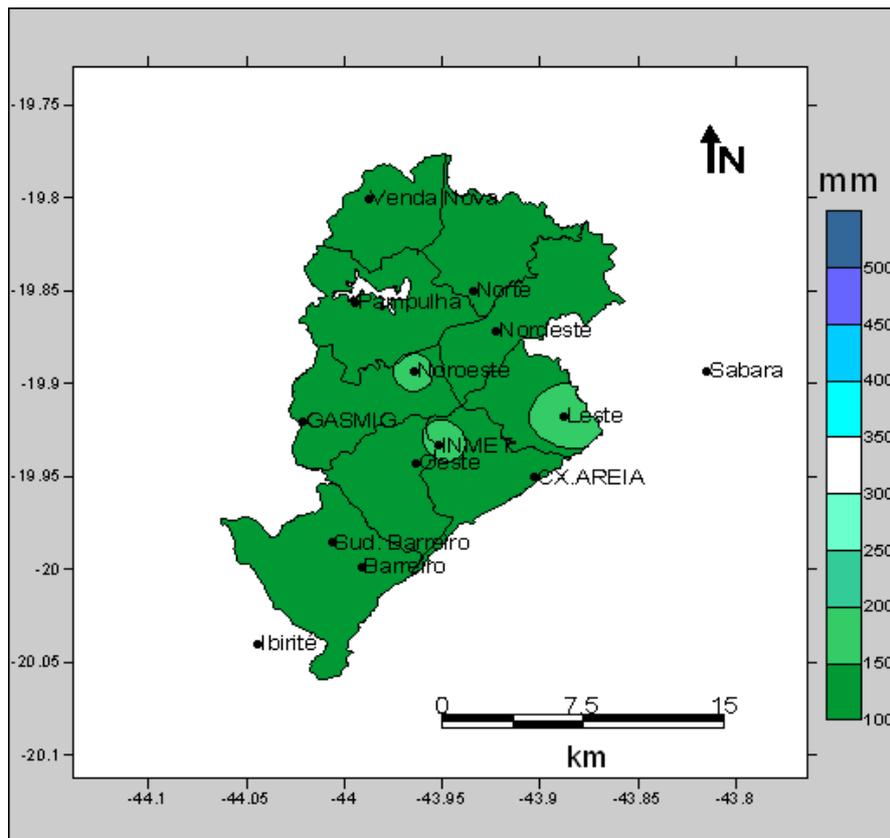
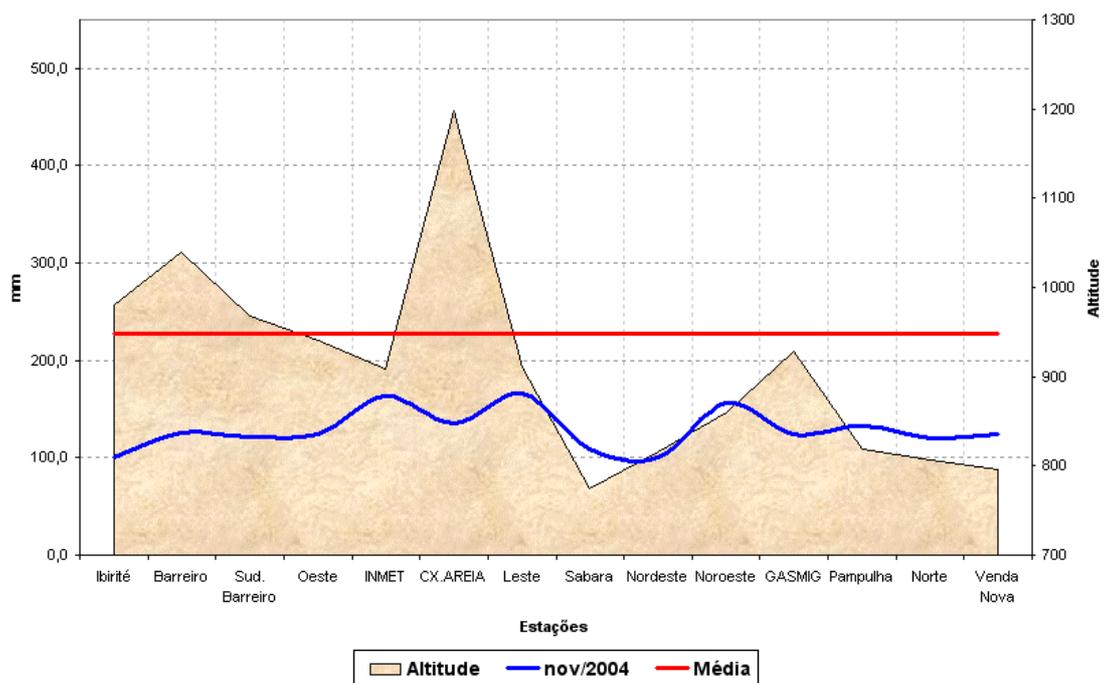


Figura 56. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de novembro de 2004, com 14 pluviômetros.

Figura 57. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – nov/04



No mês de dezembro de 2004, como no ano anterior, as diferenças são mais perceptíveis na variação de 6 para 11 pluviômetros, conforme Figuras 58, 59 e 60. Novamente no primeiro mapa com 6 pluviômetros apenas grande parte da cidade está associada a totais acima de 400 mm, entretanto no mapa de 11 postos observa-se que este valor é menor, atingindo valores médios de 200 mm e com alguns núcleos ainda menores como a estação do norte e do nordeste.

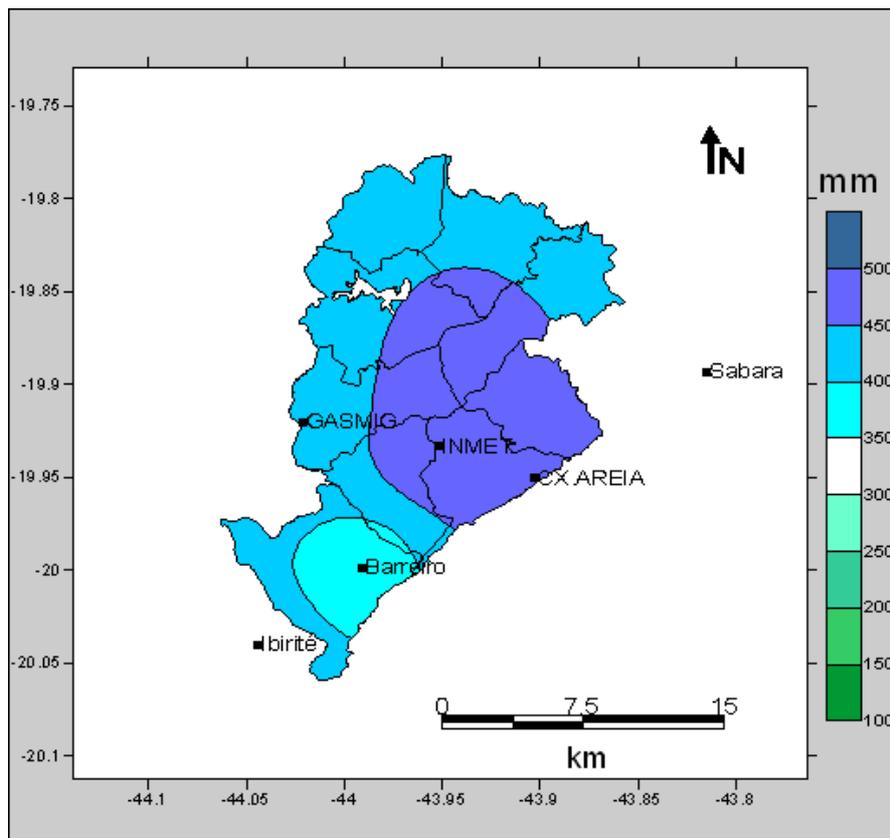


Figura 58. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de dezembro de 2004, com 6 pluviômetros.

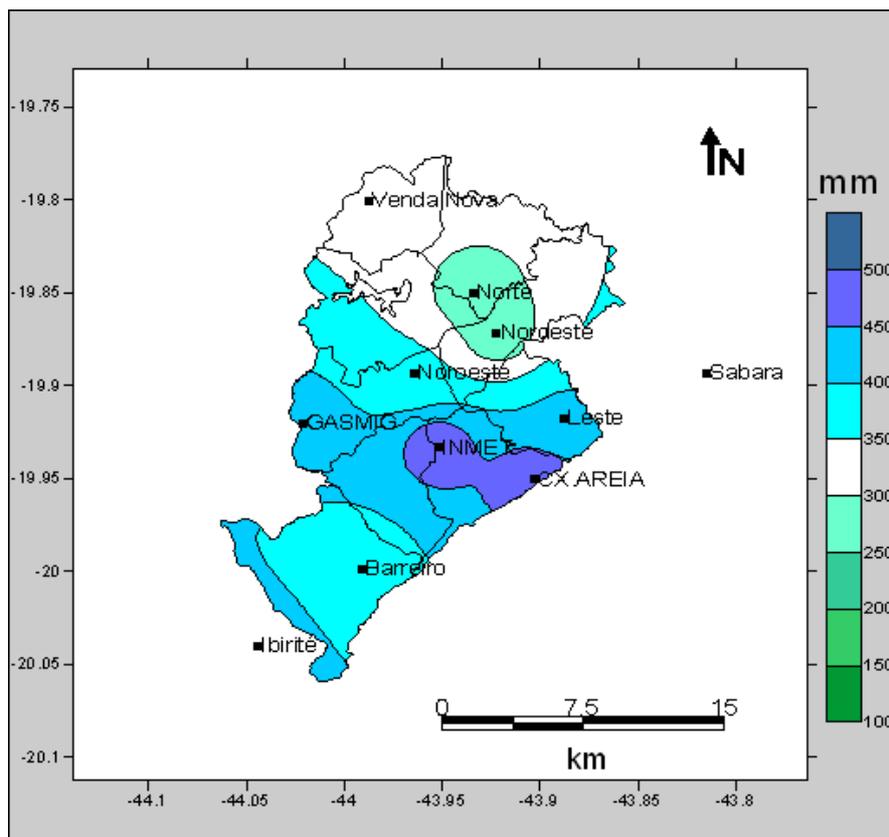


Figura 59. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de dezembro de 2004, com 11 pluviômetros.

Mais uma vez os valores ficaram acima da média histórica do município de Belo Horizonte no mês de dezembro de 2004, figura 61. Os totais pluviométricos variaram entre 256 mm na estação do Noroeste até 497 mm na estação da Caixa de Areia. Mais uma vez observa-se a distribuição espacial centrada ao longo da Serra do Curral o que indica mais uma vez a influência do relevo sobre a formação e distribuição das chuvas

Em comparação ao ano anterior este mês de dezembro de 2004, obteve valores altos de chuva com uma amplitude também alta, valores acima da média dentro de um verão considerado normal e forte influência topográfica na configuração das precipitações na cidade de Belo Horizonte.

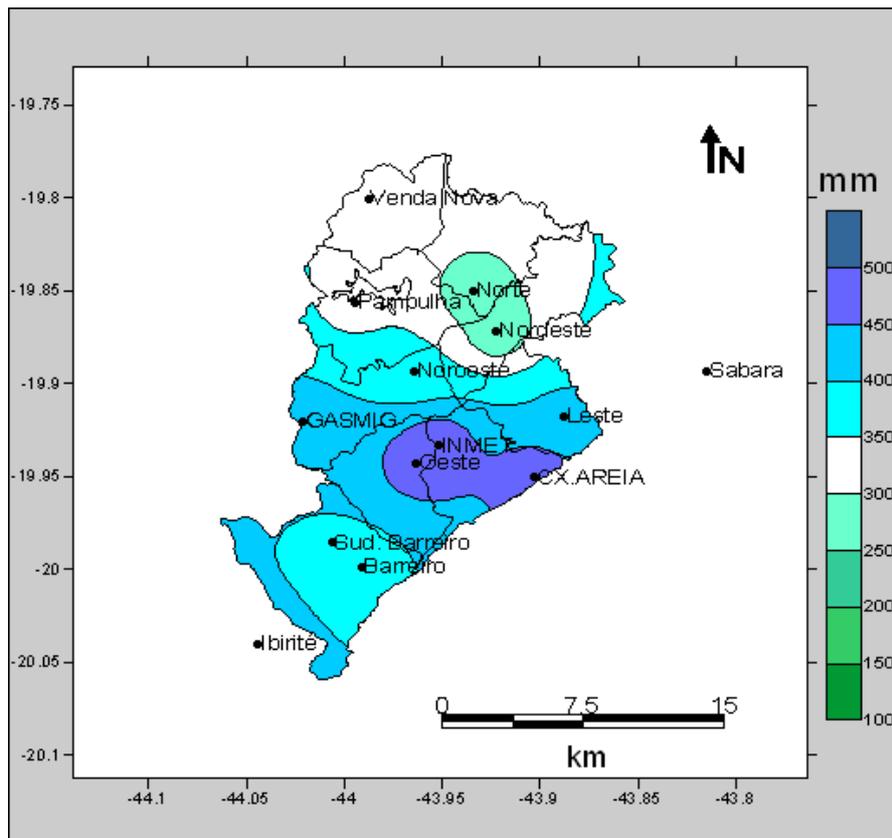
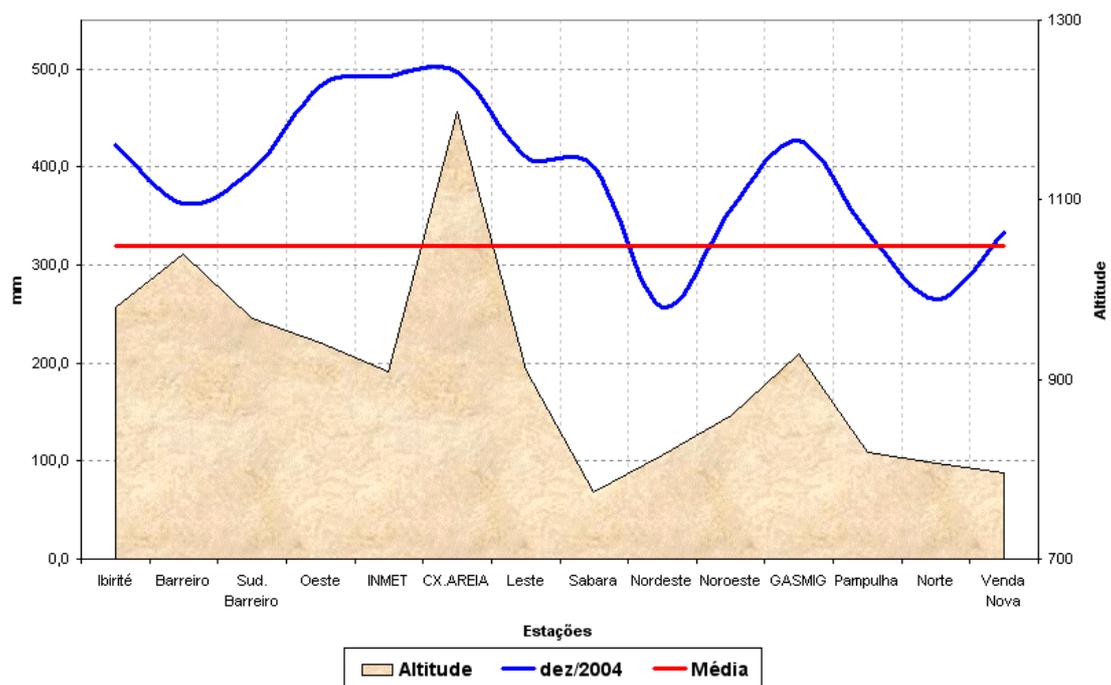


Figura 60. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte.
Mês de dezembro de 2004, com 14 pluviômetros

Figura 61. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – dez/04



No mês de janeiro de 2005 os resultados produzidos pelos mapas com diferentes densidades pluviométricas não são tão expressivos como no ano anterior, Figuras 62, 63 e 64. Mesmo assim as diferenças se fazem presentes, principalmente na figura com 6 pluviômetros para o de 11. Contudo o mapa de 11 postos não difere muito para o de 14.

Interessante que, neste mês, considerado normal em termos de precipitações, mais uma vez há uma uniformidade na distribuição destas chuvas sobre Belo Horizonte. Percebe-se que, quando há normalidades nas ocorrências de chuvas e sendo principalmente de origem frontal, a distribuição é mais homogênea e a topografia que age constantemente contribuindo na sua formatação, também perde um pouco da sua influência.

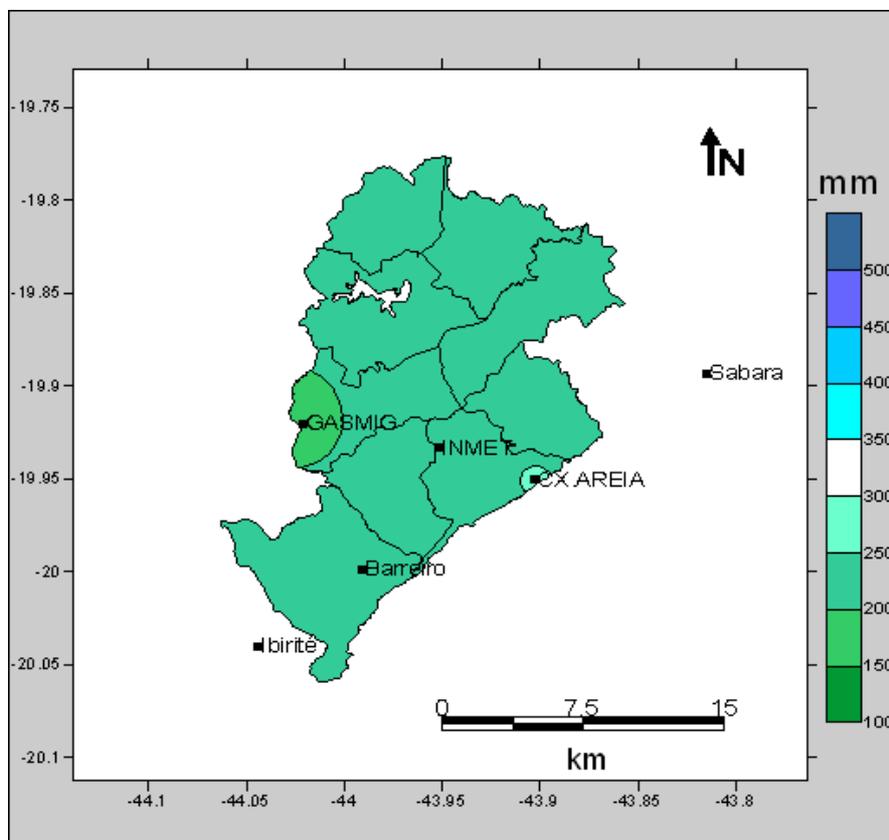


Figura 62. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de janeiro de 2005, com 6 pluviômetros.

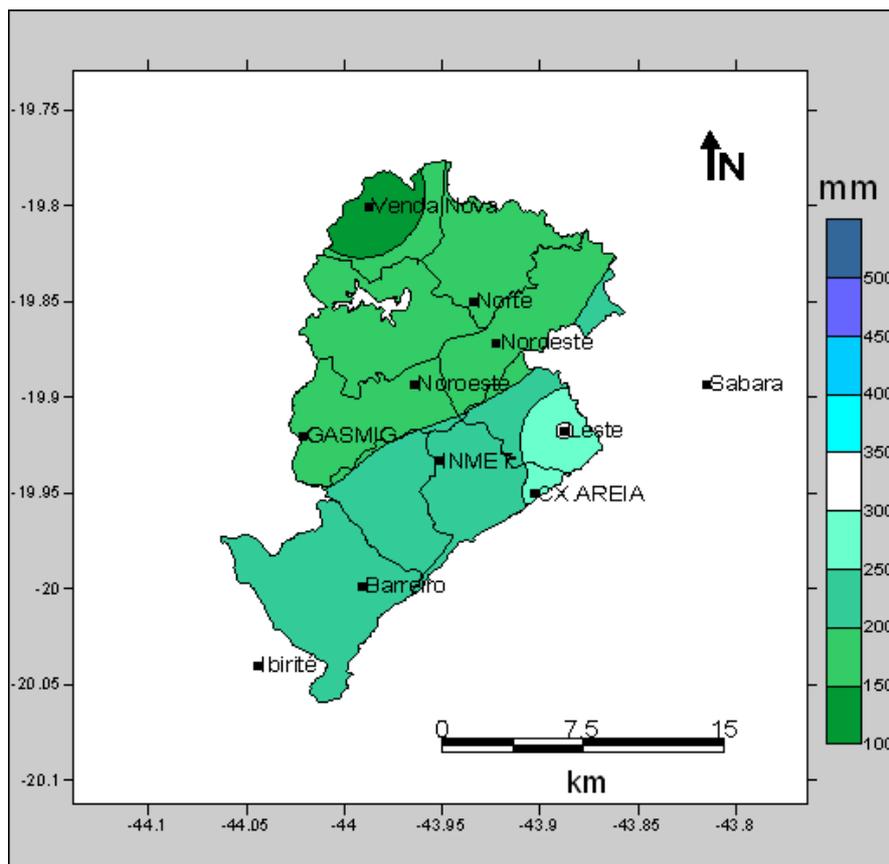


Figura 63. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte.
Mês de janeiro de 2005, com 11 pluviômetros.

Neste mês, os valores médios observados diferiram muito do mês de dezembro de 2004, e se divergem mais ainda do janeiro de 2004, pelo fato explicado pelo verão anômalo de 2003/2004, onde as chuvas sofreram um retardamento iniciando-se em dezembro de 2003 e centrado o período de maiores totais no trimestre janeiro-fevereiro-março daquele período VIANELLO et al (2004).

Janeiro apresentou precipitações abaixo da média, Figura 65, mesmo sendo um verão normal, com amplitude média e pouca influência topográfica na formação e distribuição das precipitações.

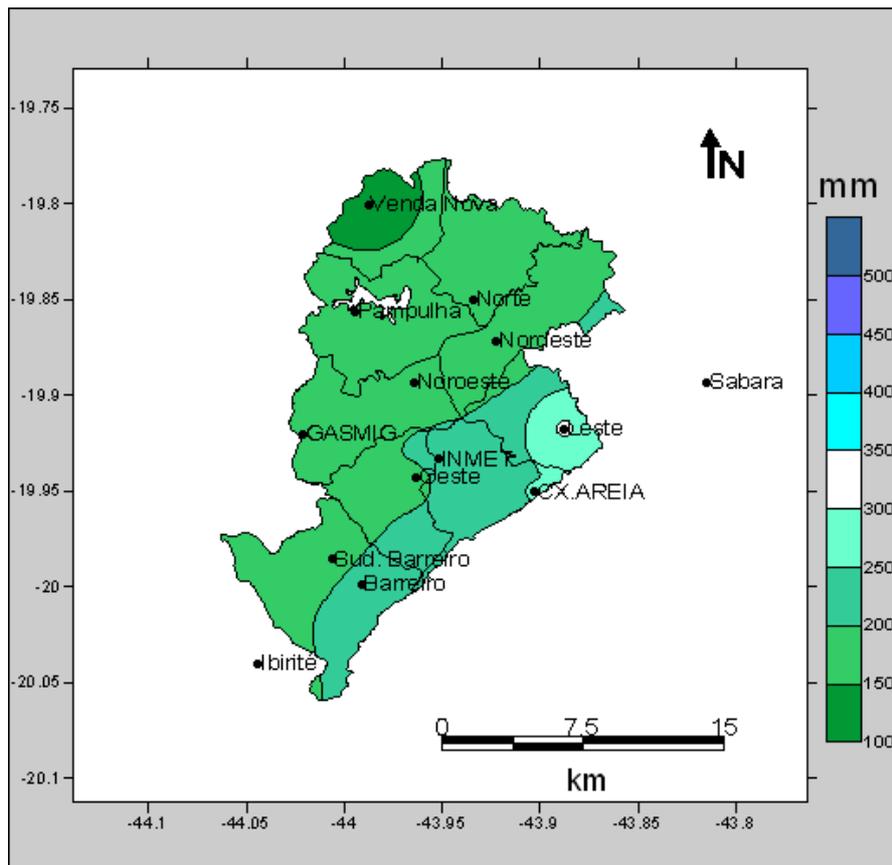
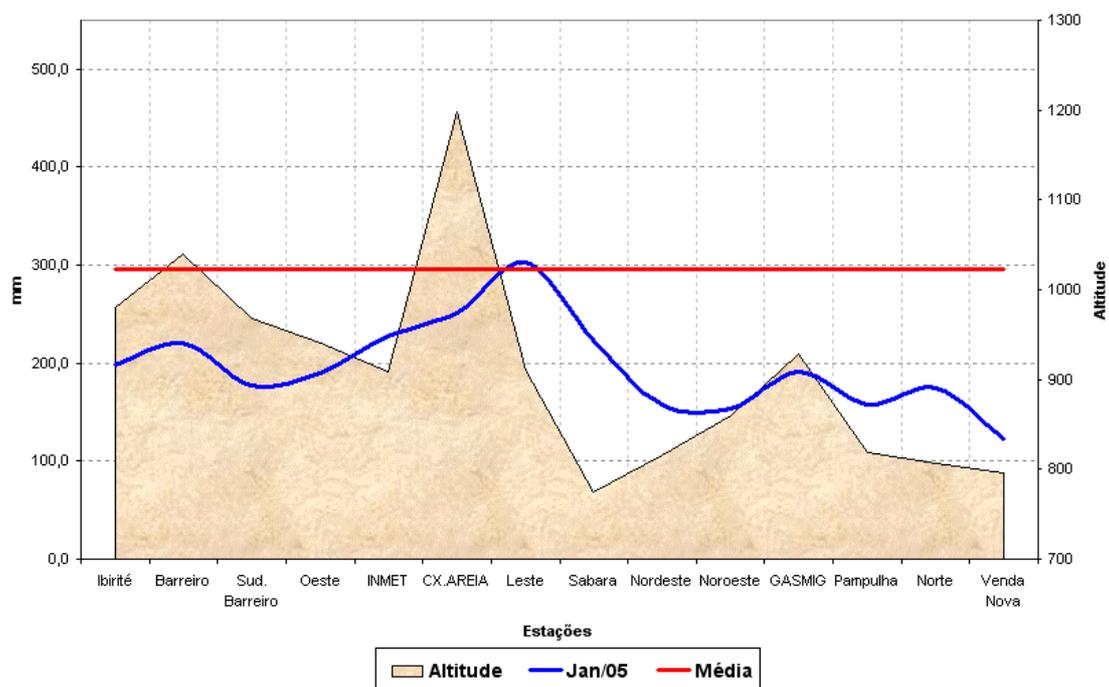


Figura 64. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de janeiro de 2005, com 14 pluviômetros.

Figura 65. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – jan/05



O mês de fevereiro de 2005, ao contrário do ano anterior também não teve diferenças expressivas conforme as Figuras 66, 67 e 68. No entanto há uma particularidade nos resultados dos mapas com 11 e 14 pluviômetros, onde se observa valores mais altos na estação do leste, fato que não era percebido no mapa de 6 postos. Isto indica uma forte influência da Serra do Curral na intensificação das chuvas, onde os dados diários não mostram nenhuma chuva isolada para aquela região, mas sim valores mais altos quando da ocorrência de chuvas frontais.

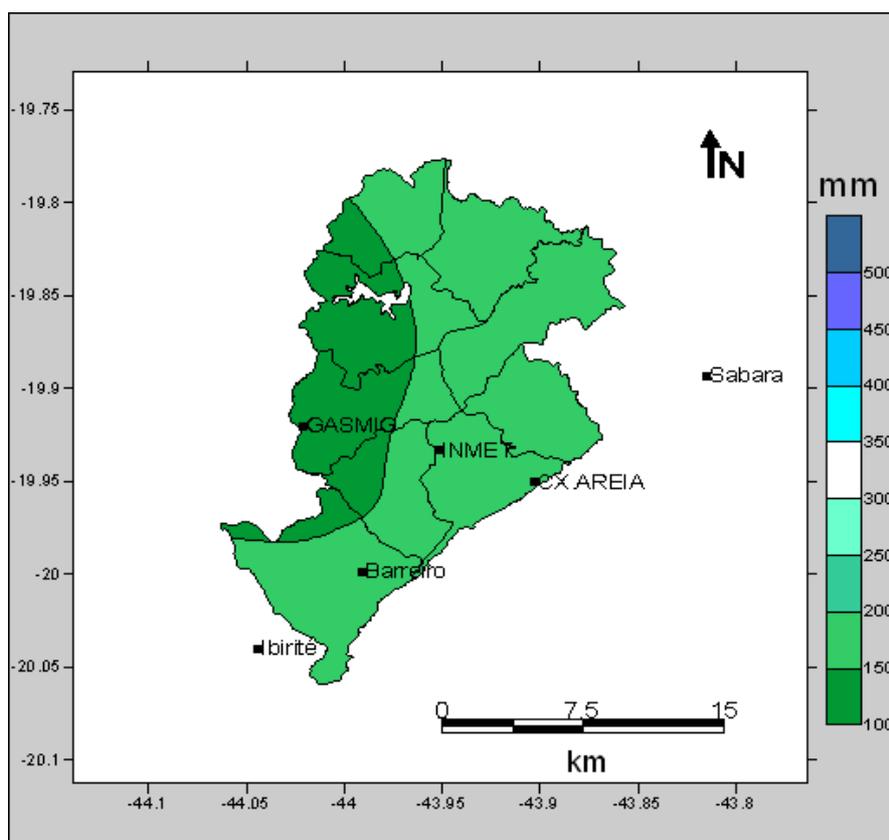


Figura 66. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de fevereiro de 2005, com 6 pluviômetros.

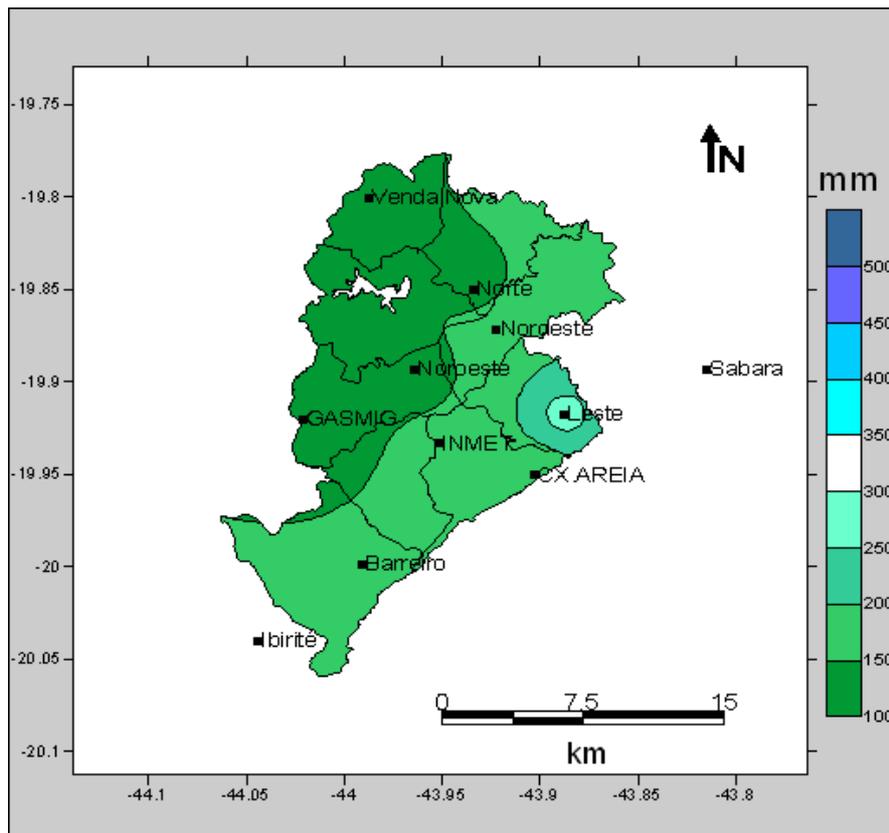


Figura 67. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de fevereiro de 2005, com 11 pluviômetros.

O mês de Fevereiro de 2005, Figura 69, os valores na sua grande maioria ficam abaixo da média histórica, exceto na estação leste que registrou valores de 266 mm. Fato a ser ressaltado, é a estação meteorológica da Pampulha que registrou um índice muito inferior as demais estações.

Fevereiro obteve valores médios de chuva, onde algumas regiões apresentaram valores abaixo e amplitude baixa, em um verão considerado normal e com pouca influência do relevo, exceto no caso da estação do Leste.

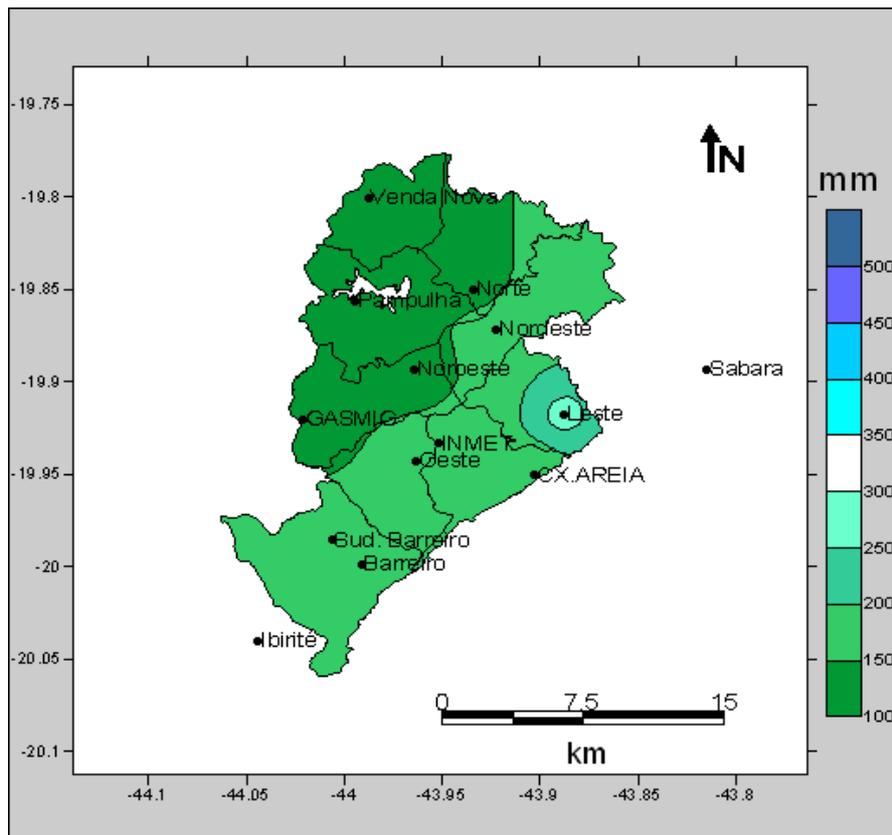
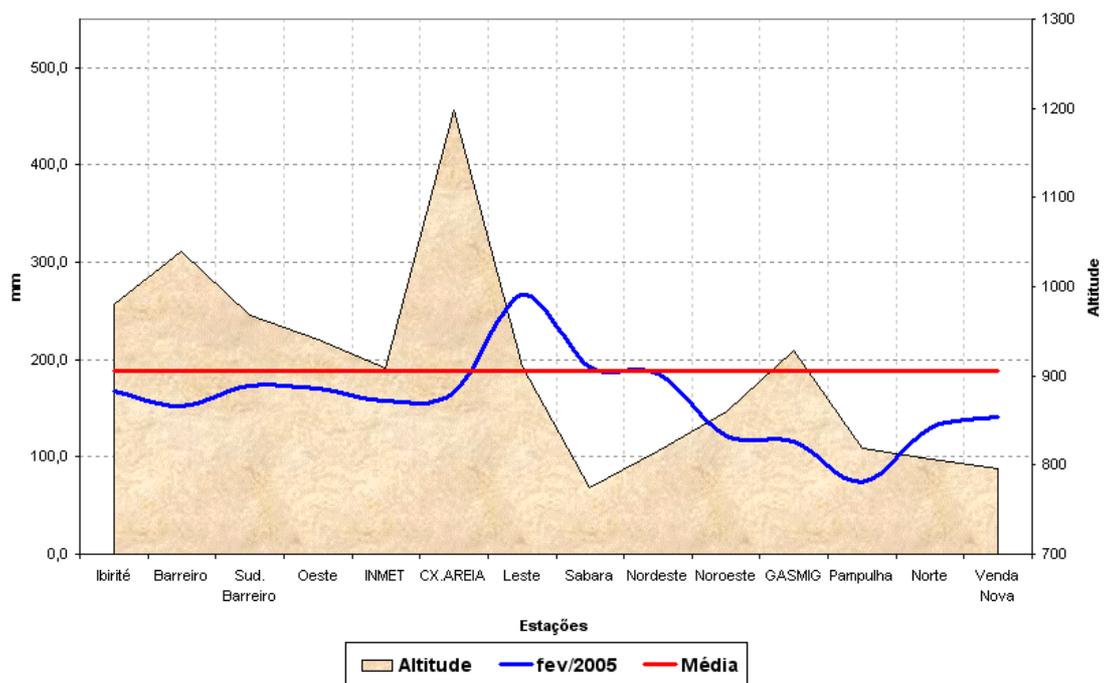


Figura 68. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de fevereiro de 2005, com 14 pluviômetros.

Figura 69. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – fev/05



Encerrando o período de análise, o mês de março de 2005, pouca foi a variação na distribuição apresentadas pelos mapas das Figuras 70, 71 e 72. Fato mais relevante neste mês ficou novamente com o aparecimento de valores mais expressivos próximo às altitudes mais elevadas e somente após a inclusão de novos pluviômetros, ou seja, mais uma vez o mapa com 6 postos não mostrava os máximos totais de chuvas isoladas em locais isolados. Também na produção dos novos mapas com a nova rede outros valores foram atribuídos a região norte do município de Belo Horizonte, que no primeiro mapa era considerado com valores mais baixos do que os verdadeiros registrados pela nova rede.

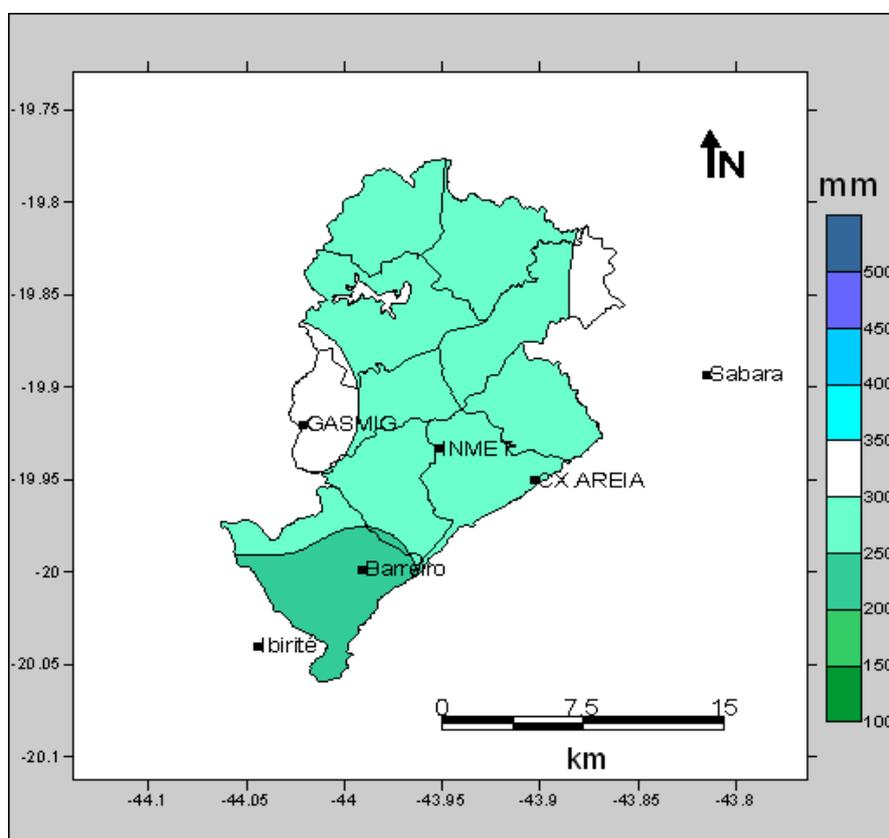


Figura 70. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de março de 2005, com 6 pluviômetros.

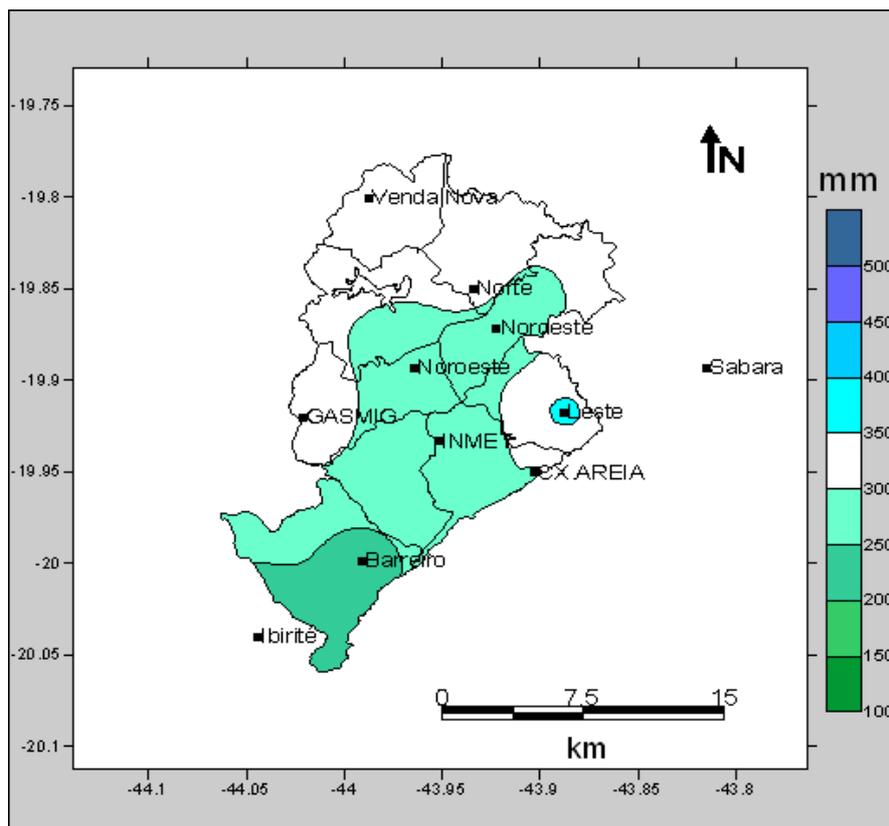


Figura 71. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de março de 2005, com 11 pluviômetros.

O mês de março de 2005 registrou valores entre 238 mm a 356 mm, ficando todas as estações dentro da região de estudo acima da média histórica. Os máximos de precipitação para este mês mais uma vez se alinharam às encostas da Serra do Curral. Entretanto, de forma geral, a topografia teve pouca sensibilidade neste mês em relação aos totais registrados em todas as estações conforme Figura 73 provavelmente pelo número de frentes frias que atingiram a cidade causando uma maior homogeneidade nos dados.

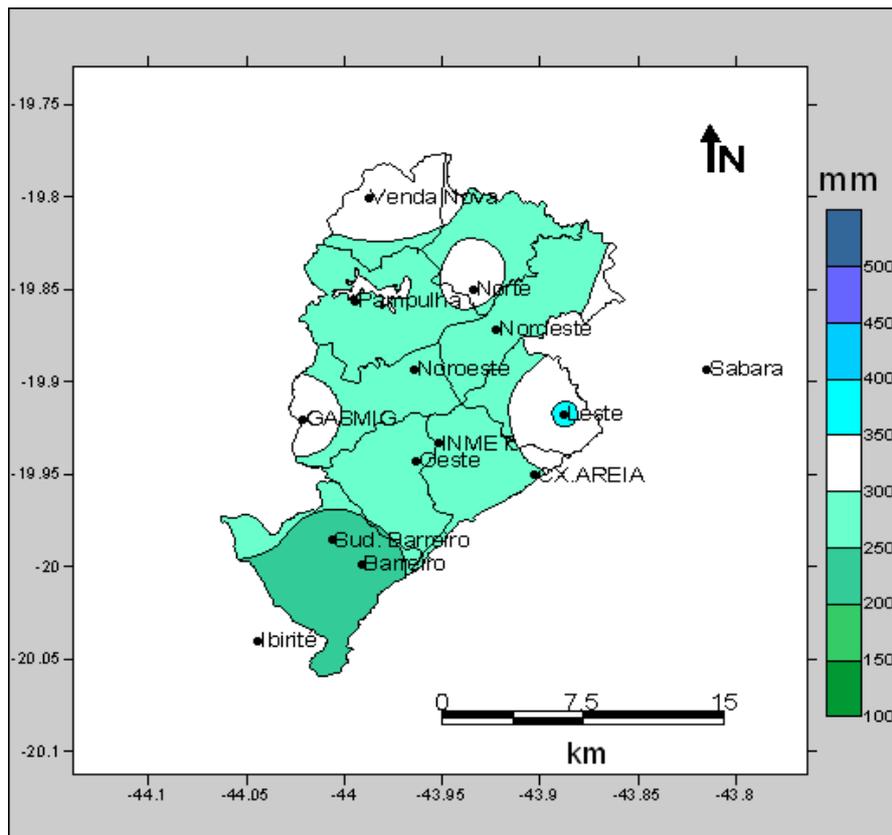
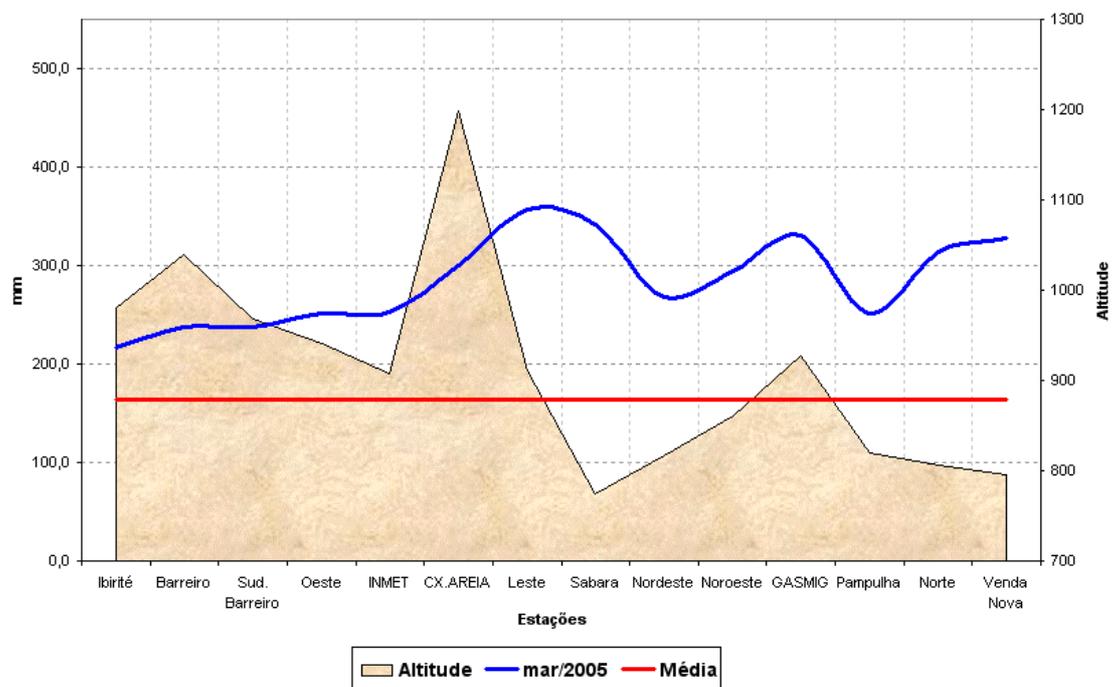


Figura 72. Distribuição espacial das chuvas em Belo Horizonte. Mês de março de 2005, com 14 pluviômetros.

Figura 73. Relação da topografia, chuva observada e média histórica – mar/05



Para finalizar este tópico apresentam-se os mapas de isocorrelação das duas etapas analisadas a fim de se identificar as verdadeiras especificidades para cada período chuvoso. O critério utilizado foi o mesmo para todas as correlações atribuídas neste estudo, sempre as comparações foram feitas tendo como referência os valores registrados na estação do Inmet.

A Figura 74 apresenta as correlações encontradas no período chuvoso de 2003/2004. Percebe-se uma maior variabilidade dentro da região de estudo, muito em virtude do verão anômalo que incidia nesta época. As regiões localizadas próximas às encostas da Serra do Curral e na região do extremo Oeste apresentam os gradientes mais fortes e as menores correlações, enquanto que a região do Barreiro, Centro, Nordeste, Pampulha, Norte e Venda Nova indicam as maiores correlações com menor variabilidade nas isolinhas.

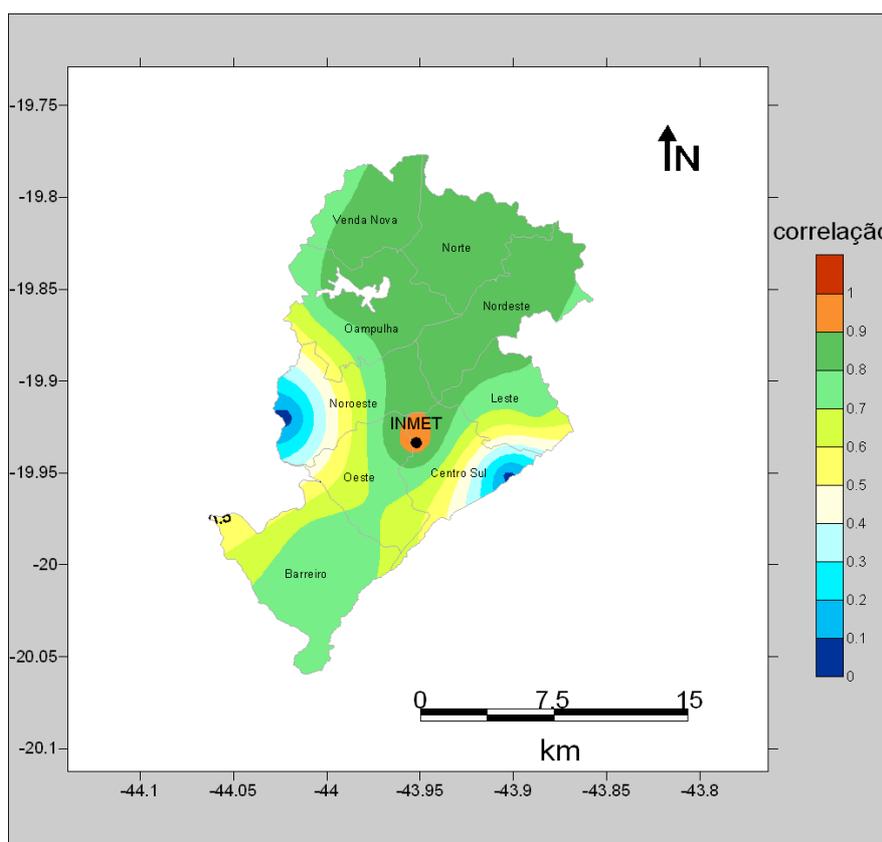


Figura 74. Isocorrelação para o período chuvoso 2003/2004.

Contudo, a análise anterior não pode ser atribuída para os períodos chuvosos seguinte, 2004/2005. As correlações são mais homogêneas para toda a cidade de Belo Horizonte, Figura 75. Ressaltando sempre que este período de 2004/2005 foi considerado normal para os padrões de chuva, enquanto o período passado não. Portanto, há um indicativo de que quando ocorre uma estação chuvosa anômala podemos ter maior variabilidade nas chuvas. Assim, uma rede mais densa, adquire maior importância do que nas estações consideradas dentro padrão.

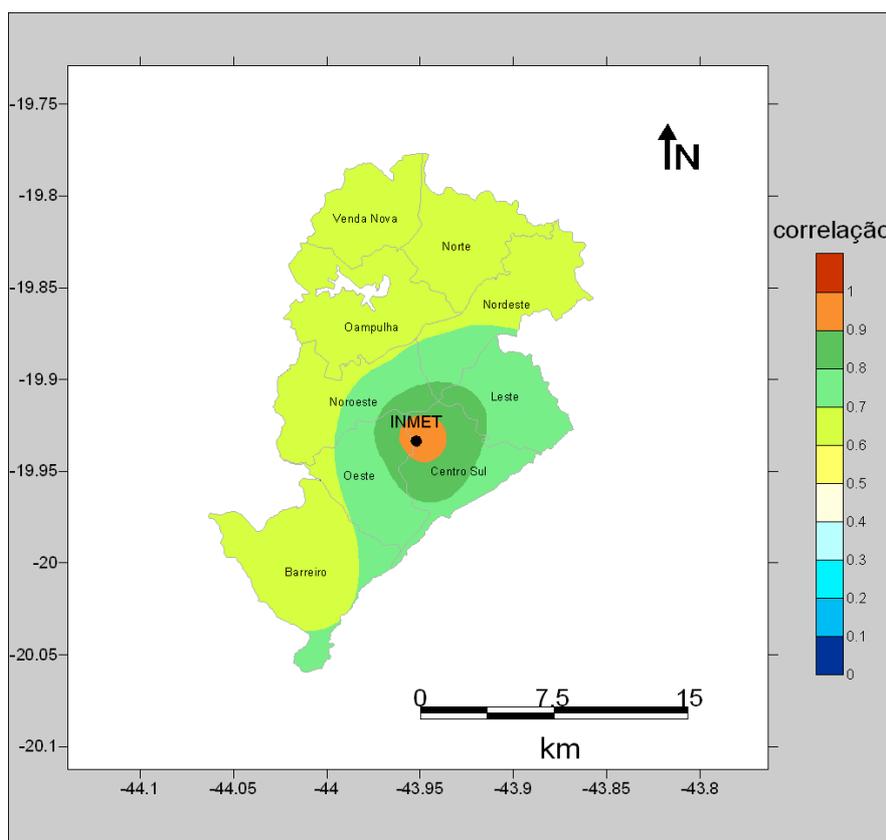


Figura 75. Isocorrelação para o período chuvoso 2004/2005.