

VI-203 – ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO CLIMA EM BELO HORIZONTE NOS ÚLTIMOS CINQUENTA ANOS

Luisa da Cunha Vieira⁽¹⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Fumec.

Eduardo Neto Ferreira⁽²⁾

Físico pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre em Astrofísica pela Universidade Federal de Minas Gerais. Mestre em Diplôme d'Études Approfondies pela Université de Paris VII - Université Denis Diderot. Doutor em Astrofísica e Técnicas Espaciais pela Université de Paris VII - Université Denis Diderot.

Bárbara Adriane Dantas de Azevedo⁽³⁾

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Fumec.

Endereço⁽¹⁾: Rua Odilon Braga, 780/1201 - Anchieta - Belo Horizonte - MG - CEP: 30310-390 - Brasil - Tel: (31) 223-7599 - e-mail: luisadacunhavieira@gmail.com

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar possíveis tendências de alterações nos valores de alguns parâmetros climáticos – precipitação, umidade relativa do ar e temperaturas máxima e mínima – na cidade de Belo Horizonte, em decorrência do acelerado processo de urbanização. Normais Provisórias foram calculadas, tomando como base os anos de 1991 a 2010, e comparadas com as Normais Climatológicas atualmente fornecidas pelo INMET, correspondentes ao período de 1961 a 1990. Foi possível verificar alterações significativas em praticamente todos os parâmetros, alterações essas que podem estar associadas à impermeabilização do solo, verticalização, formação de ilhas de calor, redução das áreas verdes e canalização de rios e córregos. O estudo do clima urbano torna-se então de grande valia para que soluções sejam tomadas visando minimizar os efeitos da urbanização no clima.

PALAVRAS-CHAVE: Clima urbano, Normais Climatológicas.

INTRODUÇÃO

No final do século XIX ficou claro para o governo do estado de Minas Gerais que não seria interessante para a cidade de Ouro Preto continuar a ser a capital do estado. Ouro Preto se encontra em uma região de relevo acidentado que dificulta a expansão da urbanização em vários aspectos. Além disso, a cidade está repleta de edificações antigas que precisam ser preservadas pelo seu caráter histórico, cultural e urbanístico, sendo um exemplo marcante do barroco mineiro e brasileiro. O crescimento dessa cidade poderia significar uma ameaça a esse acervo que hoje é patrimônio da humanidade.

Foi criada então uma equipe para estudar a implantação da nova capital, incluindo desde a escolha do local até a urbanização e construção dos prédios públicos necessários à administração do estado que deveria crescer rapidamente por ser uma capital de um dos maiores estados da federação.

Um dos assuntos pesquisados para a implantação da nova capital foi o clima da região onde nasceria a cidade, fator que atraiu a atenção de várias pessoas no início da ocupação populacional, pois o clima da região foi até considerado como adequado para tratamento de pessoas que sofriam de doenças respiratórias.

A motivação desse trabalho é mostrar como esse mesoclima¹, considerado ameno e agradável, foi modificado pela urbanização da cidade, perdendo as suas características originais.

¹ Segundo Wellington Lopes Assis, Critchfield (1983), Hidore e Oliver (2002) e Andrade (2005) definem mesoclima como sendo a região correspondente à influência integrada da cidade, compreendendo vários climas locais. Os efeitos extra-urbanos (brisas, barreiras topográficas, linhas de instabilidade locais) são considerados efeitos de mesoescala. As dimensões horizontais vão de 100 a 20.000 metros e verticalmente pode ultrapassar os 6.000 metros de altitude.

Nas últimas décadas a questão das mudanças climáticas recebeu maior atenção não só da sociedade, mas dos governos e organizações internacionais. Parte da comunidade científica alerta para o fato de que as intervenções humanas na natureza, sem preocupações com as suas consequências, têm interferido no equilíbrio dos fatores que regulam e influenciam o clima. Essas modificações são bastante intensas e perceptíveis nas cidades grandes, principalmente pelos processos acelerados de urbanização e industrialização, que influenciam nas trocas de calor entre a superfície e a atmosfera, gerando desequilíbrios nos climas locais.

Segundo Wellington Lopes Assis,

O município de Belo Horizonte apresenta peculiaridades naturais e sociais que formam um universo de análise extremamente favorável ao estudo do clima urbano. Possui feições geográficas que contribuem não só para diferenciações topo e mesoclimáticas em espaços relativamente próximos, como para a exacerbação de problemas resultantes da degradação ambiental, tais como formação de ilhas de calor e concentração de poluentes. As implicações do rápido desenvolvimento econômico da cidade, sua expansão espacial e o crescimento demográfico vêm sendo sentidos pelas constantes degradações ambientais, tanto em nível municipal como metropolitano. Um exemplo prático pode ser constatado pela diminuição das áreas verdes nos bairros periféricos e pelo aumento contínuo de particulados e contaminantes na atmosfera belorizontina (ASSIS, 2010).

Sendo assim, o objetivo desse estudo foi de avaliar alguns fatores climáticos – precipitação, umidade relativa do ar, temperatura mínima e máxima – e comparar suas Normais Provisórias com as Normais Climáticas, de forma a verificar possíveis tendências de alteração no clima da capital.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados coletados foram extraídos do BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa), cuja função é de apoiar pesquisas em diversas áreas como meio ambiente, saúde, recursos hídricos, etc. No caso, os dados foram extremamente úteis para o alcance dos resultados a respeito das mudanças climáticas dentro do município de Belo Horizonte.

Segundo o site do INMET, o BDMEP é um banco de dados meteorológicos em forma digital que possui cerca de 3 milhões de informações referentes às séries históricas da rede de estações do INMET. Os dados correspondentes a períodos anteriores a 1961 estão disponíveis somente na forma manuscrita em documentos que se encontram na sede do 5º DISME. As variáveis disponibilizadas pelo BDMEP são: precipitação, temperatura do bulbo seco, temperatura do bulbo úmido, temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar, pressão atmosférica ao nível da estação, insolação, direção e velocidade do vento.

Para essa pesquisa foram coletados dados referentes à umidade relativa do ar, à precipitação e à temperatura (média, máxima e mínima), todos da estação N° 83587. No entanto é de extrema importância lembrar que essa estação foi fundada em 1910 e desde essa época até os dias atuais ela sofreu deslocamentos dentro do município de Belo Horizonte, podendo resultar em alterações nos parâmetros climáticos analisados.

A pesquisa consistiu na análise desses dados meteorológicos de 1961 a 1990 (30 anos), cujas normais existem e são fornecidas pelo INMET, comparando-as com as Normais Provisórias de 1991 a 2010 (20 anos), calculadas durante os estudos.

Normais Climatológicas são definidas pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” (INMET, 2013). Também existe o conceito de Normais Provisórias, que são médias de curto período, baseadas em observações em um intervalo de no mínimo 10 anos.

O cálculo das Normais Provisórias foi realizado da seguinte maneira:

Para a umidade relativa do ar (UR) as normais foram calculadas por meio de médias aritméticas. Primeiramente obtém-se uma média diária a partir de valores que foram coletados nos seguintes horários: 00:00 UTM, 12:00 UTM e 18:00 UTM. De posse dos valores das médias de UR diárias calculam-se as médias mensais e em seguida as médias de cada mês em um período de 20 anos.

Para temperatura mínima (T_{mín}) e máxima (T_{máx}) são calculadas as médias mensais a partir dos valores diários fornecidos pelo BDMEP e depois as médias de cada mês em um período de 20 anos.

Para a precipitação (PP) é feito o somatório dos valores diários em um mês e posteriormente é feita a média para cada mês num período de 20 anos².

RESULTADOS: PRECIPITAÇÃO (PP)

Como pode ser visto no gráfico da Figura 2 houve alterações em quase todos os meses do ano. Se forem feitos os acumulados para o verão (dezembro, janeiro e fevereiro – DJF) e para o inverno (junho, julho e agosto – JJA), observa-se alterações significativas quando comparados os períodos de 1961-1990 e 1991-2010. O aumento da precipitação concentrou-se no verão, com uma variação de 11,5% (de 804,1 mm para 896,2 mm) e no inverno houve uma diminuição da precipitação em 38,6% (de 43,0 mm para 26,4 mm).

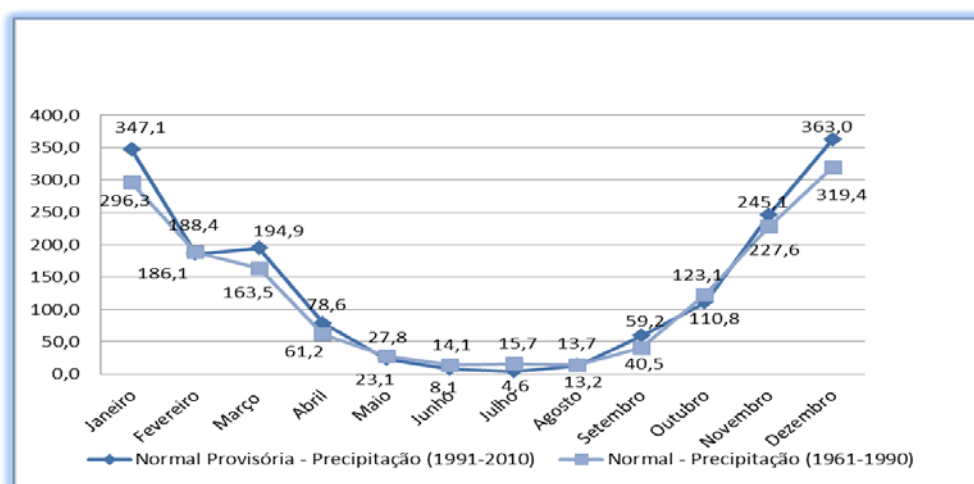


Figura 1: Gráfico da comparação das normais para Precipitação (em mm)

No acumulado anual foram obtidos 1.636,1 mm para o período de 1991-2010 e 1.489,0 mm para o período de 1961-1990. Observa-se um aumento de quase 10% na precipitação, que não é um valor muito significativo para o período de um ano. No entanto, o aumento das chuvas está concentrado nos meses de dezembro e janeiro, com uma variação de 15,3%. Se esse resultado é fruto do acelerado processo de urbanização da capital mineira, existe a possibilidade de que este acúmulo de chuvas no verão continue aumentando, que chama a atenção para uma maior preocupação com o sistema de drenagem urbano.

RESULTADOS: UMIDADE RELATIVA DO AR (UR)

O gráfico da Figura 3 mostra a ocorrência de uma diminuição nos valores de umidade relativa do ar para todos os meses do ano, quando são comparadas as normais correspondentes aos anos de 1961 a 1990 e 1991 a 2010.

² A precipitação é uma variável não constante e por isso calcula-se o seu valor acumulado para cada mês.

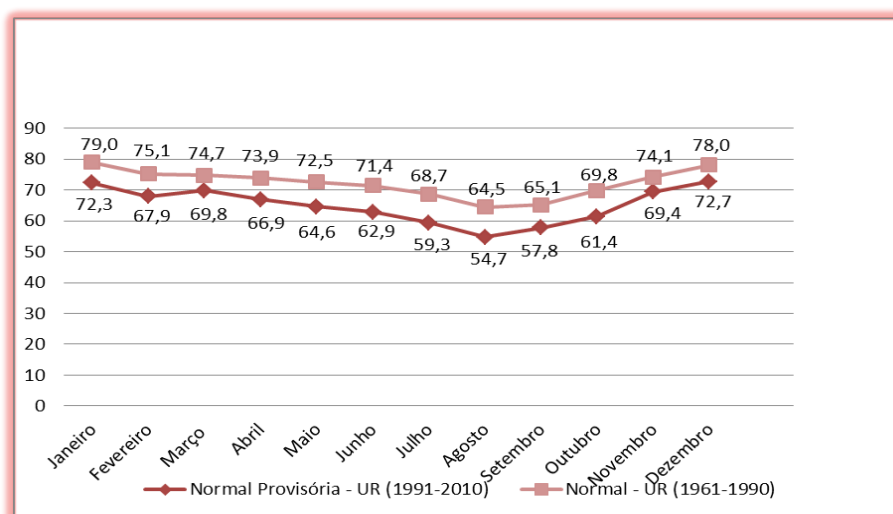


Figura 2: Gráfico da comparação das normais para Umidade Relativa do Ar (em %)

Nota-se que as diferenças entre os valores de umidade relativa tornam-se mais acentuadas no período do inverno (junho, julho, agosto – JJA), quando há também uma redução da precipitação.

Valores baixos de umidade relativa representam uma preocupação, pois podem agravar problemas respiratórios e também tornam a vegetação mais vulnerável à ocorrência de queimadas. Em setembro de 1997 foi publicada uma reportagem no Jornal Estado de Minas sobre um incêndio na Reserva do Sistema Rio Manso devido aos baixos valores de umidade relativa do ar, que atingiram 31% (Jornal Estado de Minas, 1997).

RESULTADOS: TEMPERATURA MÍNIMA (TMÍN) E TEMPERATURA MÁXIMA (TMÁX)

Como está evidenciado no gráfico da Figura 4, os valores de temperatura mínima sofreram um aumento global. No verão esse acréscimo foi de aproximadamente 1,15°C, sendo que à medida que se aproximava do período mais frio do ano a diferença aumentava gradualmente, chegando a 2,1 °C no mês de julho. Ainda no inverno, nos meses de junho e julho, observou-se o aumento da temperatura máxima (Figura 5), que atingiu uma maior variação, de 0,8 °C, nesse último mês.

O aumento das temperaturas mínima e máxima no período do inverno mostra que os invernos na cidade de Belo Horizonte estão cada vez mais quentes, assim como foi apontado em várias reportagens de jornais da década de 90.

Em março de 1998, em entrevista ao Jornal Estado de Minas, o astrônomo Bernardo Riedel conta que fazia registros diários de temperatura em seu laboratório particular, no Horto, em Belo Horizonte, garantindo que elas aumentaram muito nos últimos anos (Jornal Estado de Minas, 1998).

No ano seguinte, Jorge Moreira, chefe da seção de Previsão do 5º Distrito de Meteorologia, ressaltou que a tendência de aquecimento em Belo Horizonte já era esperada pelos climatologistas devido ao acelerado processo de urbanização (Jornal Estado de Minas, 1999).

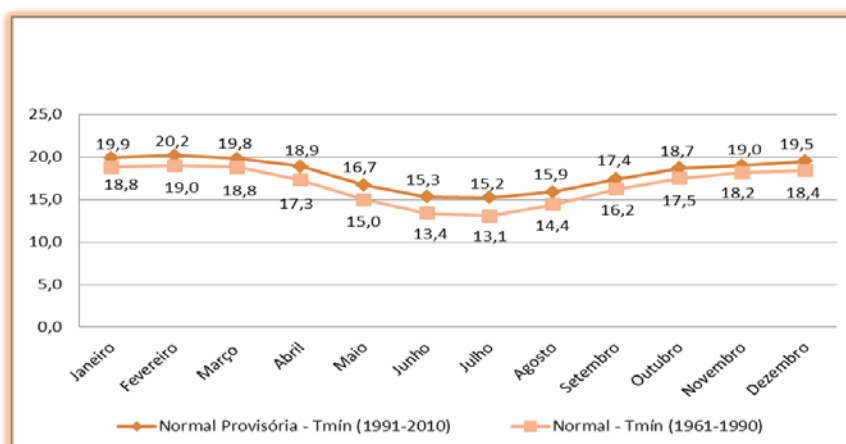


Figura 3: Gráfico da comparação das normais para Temperatura Mínima (em °C)



Figura 4: Gráfico da comparação das normais para Temperatura Máxima (em °C)

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados nesse estudo esboçam uma tendência de alterações nos valores de alguns parâmetros climáticos da cidade de Belo Horizonte. O crescente e acelerado processo de urbanização vem trazendo consequências para o mesoclima da capital.

Como foi mostrado nos resultados, a precipitação aumentou significativamente no verão e diminuiu no inverno. As principais implicações dessa tendência são, respectivamente, o aumento das precipitações intensas, com enchentes, e o aumento da probabilidade de ocorrência de queimadas.

O aumento da precipitação concentrado no período do verão representa um problema grave na cidade, uma vez que o processo de urbanização envolve a canalização do leito dos rios, a ocupação irregular de áreas de encosta e a impermeabilização do solo, que aumenta a quantidade e a velocidade do escoamento das águas de chuva. Muitas vezes a drenagem urbana não consegue absorver tamanho volume de água, resultando em consequências graves, com perdas humanas e materiais, além da interrupção do fluxo de veículos. Exemplos concretos desses eventos são as enchentes frequentes na Avenida Teresa Cristina e Avenida Prudente de Moraes nos meses de verão.

A redução da umidade relativa como um todo tem grande repercussão na qualidade do ar. Implica em problemas relacionados à saúde e também agrava a possibilidade de ocorrência de queimadas, que são naturais, até certo ponto, no bioma Cerrado. Tendo em vista que a umidade relativa sofreu maior diminuição

no inverno, assim como as chuvas diminuíram nesse mesmo período, esses problemas tendem a ser potencializados nessa época do ano.

A alteração nos valores das temperaturas de uma forma geral já era esperada por causa do conhecido fenômeno Ilha de Calor Urbana, que consiste no aumento das temperaturas, principalmente nas regiões centrais de uma grande metrópole. As causas desse fenômeno estão diretamente relacionadas com as emissões de GEE's (gases de efeito estufa), tais como CO₂ (dióxido de carbono), CH₄ (metano) e NO_x (óxidos de nitrogênio), decorrentes da queima de combustíveis fósseis e processos industriais. Nos grandes centros urbanos diversos processos são responsáveis pela produção de calor. Dentre eles estão a própria concentração de seres humanos e as suas variadas atividades (indústrias, motores a explosão dos veículos, etc). Todo esse calor gerado encontra dificuldades de dispersão por conta do acúmulo dos GEE's na atmosfera.

A verticalização, a impermeabilização do solo e a diminuição das áreas verdes agravam ainda mais o problema.

A verticalização diminui o albedo (poder de reflexão) da área urbana, pois a energia fica aprisionada, sofrendo sucessivas reflexões nos canyons urbanos. Além disso, ela também influencia na ventilação, o que dificulta a dispersão dos GEE's gerados na cidade.

A substituição das áreas verdes pelo asfalto e pelo concreto contribui para o aumento rápido da temperatura nas cidades, uma vez que eles possuem baixo calor específico. Além disso, as áreas verdes funcionam como atenuadores do clima, pois são compostas por seres vivos autorreguladores, que ao realizar o processo de evapotranspiração, preservam temperaturas mais amenas e maior umidade relativa do ar.

Sendo assim, os estudos climáticos urbanos são muito importantes, pois elucidam as tendências de modificações climáticas nas cidades, fornecendo dados que apontam caminhos para possíveis soluções dos problemas gerados pela urbanização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSIS, Wellington Lopes; ABREU, Magda Luzimar de. O clima urbano de Belo Horizonte: análise têmporo-espacial do campo térmico e hídrico. Revista de C. Humanas, Vol. 10, Nº 1, p. 47-63, jan./jun. 2010.
2. CAMPOS, Cláudia. Temperatura na capital sobe desde 1910. O tempo, Belo Horizonte, p.19, 14 ago. 1997.
3. CASTRO, Alfredo. Em 1936, o inverno em BH era mais rigoroso. Estado de Minas, Belo Horizonte, p.18, 28 dez. 1990.
4. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Mapa de Belo Horizonte. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=310620&search=Minas %20](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=310620&search=Minas%20)>. Acesso em 15 ago. 2013.
5. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Sinopse estatística do Município de Belo Horizonte. Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1948.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA. Normais climáticas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em 15 ago. 2013.
7. MAPAS DE BELO HORIZONTE. Disponível em: <<http://www.bhl.com.br/empresas/bh-mapas.php>>. Acesso em 15 mar. 2013.
8. MOURÃO, Divino. BH está se transformando numa ilha de calor. Estado de Minas, Belo Horizonte, p.12, 30 mar. 1998.
9. PERFIL de Belo Horizonte: BH com novos horizontes. Belo Horizonte: Governo Helio Gravatá (administração Rui Lage).
10. SANTOS, Gracie. Ao sabor do tempo. Estado de Minas, Belo Horizonte, pp.10-11, 09 out. 1999.
11. ASSIS, Wellington Lopes. O Sistema Clima Urbano do Município de Belo Horizonte na Perspectiva Têmporo-Espacial. 2010. 319 f. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
12. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 17jul2013.

13. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA: Normais Climatológicas – Brasil – de 1961 a 1990. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária – Departamento Nacional de Meteorologia.
14. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET: 5º DISME/INMET: Dados meteorológicos mensais do município de Belo Horizonte entre 1966 a 1986; Estação Meteorológica - Horto. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária – Departamento Nacional de Meteorologia.
15. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET: 5º DISME/INMET: Dados meteorológicos mensais do município de Belo Horizonte entre 1986 a 2010; Estação Meteorológica - Lourdes. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária – Departamento Nacional de Meteorologia.