

MUDANÇAS NO REGIME DE CHUVAS CAUSADAS PELO CRESCIMENTO URBANO EM CLIMA CFB – COM VERÃO TEMPERADO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Henrique A. D. Heck^{1*}, José A. Guarienti¹, Leidiane S. Marques¹, Izabel R. Leite², Aleska K. Almeida², Paulo V. F. Lopes¹, Armando M. Neto¹, Ayrton R. O. Ferreira¹, Isabel K. de Almeida³

1. Estudante da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (FAENG-UFMS).
2. Pesquisadora da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (FAENG-UFMS).
3. Docente e Coordenadora do PGTA da Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (FAENG-UFMS).

Resumo

O presente trabalho tem como intuito determinar a influência da urbanização e do tráfego humano no regime de chuvas de uma região, utilizando duas cidades que possuam mesmo clima segundo a classificação Köppen, uma em uma área populosa e outra interiorana. Foram escolhidas as cidades de Jundiá (SP) e Ribeirão Branco (SP) e se constatou um impacto significativo em Jundiá se comparado com a outra cidade, causando queda de até 40% da precipitação em alguns meses e 25% no ano todo. Foi também constatado que a região populosa teve um aumento nas temperaturas máximas e mínimas durante todo o ano em comparação a 20 anos atrás, o que também corrobora com a conclusão dos impactos gerados pelo aumento populacional.

Palavras-chave: Ilha de calor; Normais Climatológicas; Jundiá.

Trabalho selecionado para a JNIC: FAENG - UFMS.

Introdução

Mudanças climáticas e impactos ambientais causados por atividades antrópicas são temas que têm ganhado notoriedade no decorrer dos anos, conquistando espaço na mídia e atenção de pesquisadores ao redor do mundo. Tal fato resulta em pesquisas cada vez mais avançadas sobre os temas em busca de possíveis ações para minimizar os efeitos negativos. Uma das consequências que possui grande possibilidade de causar desastres é a mudança no padrão de chuvas. Segundo Lelis (2011), a mudança no padrão de chuvas, em conjunto com o derretimento das geleiras podem causar problemas de abastecimento, enchentes e degradação dos solos.

PBMC (2013) pontuou que as mudanças climáticas podem impactar de formas diferentes o regime hidrológico das regiões hidrográficas brasileiras. Levando isso em conta, para verificar se uma região possui alteração atípica no regime de chuvas, deve-se, inicialmente, selecionar dois pontos distantes entre si, mas que possuam características hidrológicas semelhantes. Para se constatar essa semelhança, pode-se separar regiões climáticas a partir da classificação Köppen. De acordo com Kottek et al. (2006) e Peel et al. (2007), a classificação climática de Köppen é a mais utilizada ao redor do mundo.

O presente trabalho tem como objetivo verificar a influência causada por área grandemente povoada e com elevado tráfego humano na temperatura e regime de chuvas da região. Para tanto foram selecionadas duas cidades, cujos climas obedecem a mesma classificação de Köppen, uma com alta densidade demográfica (Jundiá) e outra com baixa densidade demográfica (Ribeirão Branco), ambas localizadas no estado de São Paulo.

Metodologia

No presente estudo, inicialmente foram selecionados os municípios a serem analisados. Para tanto foi necessário escolher uma cidade densamente povoada e em seguida selecionar outra com baixa densidade demográfica, necessariamente com características climáticas semelhantes, a fim de identificar a interferência urbana no regime de chuvas para a região em análise. A semelhança climática entre as cidades foi estabelecida seguindo a classificação de Köppen, descrita para o Brasil nos estudos de Alvares et al. (2013).

A partir dos dados obtidos e publicados pelo IBGE em 2010 percebe-se que a cidade mais populosa do Brasil é São Paulo (SP). A menos de 100km de São Paulo se encontra a cidade de Campinas, a qual, segundo a mesma fonte de dados, é a segunda cidade brasileira mais populosa, sem ser uma capital, e décima quarta na classificação geral (Tabela 1).

Aproximadamente no meio do caminho entre Campinas e São Paulo se encontra a cidade de Jundiá, a mais populosa de sua microrregião. Jundiá é uma cidade com grande número populacional, tendo sido classificada como a 59ª cidade mais povoada do Brasil em 2010. Jundiá possui um tráfego humano intenso, causado pela sua localidade entre duas das maiores cidades do país, com o agravante de estar localizada no cruzamento de duas das estradas brasileiras mais movimentadas (Rodovia dos Bandeirantes e Rodovia Anhanguera) com dados numéricos de população apresentados na Tabela 1. Pelos motivos citados acima e

pele seu crescimento maior do que suas cidades vizinhas na estimativa de 2018 em comparação a 2010, Jundiá foi selecionada como cidade com alta densidade demográfica.

De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da cidade de Jundiá é Cfb – com verão temperado. Com base nessa informação, foram analisadas cidades com a mesma classificação climática na região Oeste de São Paulo, próximas à divisa dos estados do Paraná. Priorizou-se a região interiorana, com ausência de cidades densamente povoadas nas proximidades. A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda um período mínimo de 30 anos de séries históricas para fins estatísticos. Das cidades analisadas, a que apresentou a série histórica com menos falhas e maior tempo de medição foi Ribeirão Branco, a segunda cidade selecionada.

Tabela 1 – Total Populacional e crescimento percentual das cidades de São Paulo, Campinas, Jundiá e Ribeirão Branco, segundo censos do IBGE de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010 e estimado para 2018.

	Ano	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2010	2018 (esti.)
São Paulo	Habitantes	1.326.261	2.198.096	3.820.303	5.924.615	8.493.226	9.646.185	10.434.252	11.253.503	12.176.866
	Crescimento (%)	-	65.74	73.80	55.08	43.35	13.58	8.17	7.85	8.21
Campinas	Habitantes	129.940	152.547	219.303	375.864	664.559	847.595	969.386	1.080.113	1.194.094
	Crescimento (%)	-	17.40	43.76	71.39	76.81	27.54	14.37	11.42	10.55
Jundiá	Habitantes	58.203	69.165	118.874	169.076	258.808	289.269	323.397	370.126	414.810
	Crescimento (%)	-	18.83	71.87	42.23	53.07	11.77	11.80	14.45	12.07
Ribeirão Branco	Habitantes	4.658	6.816	7.145	10.113	13.904	19.278	21.231	18.269	16.684
	Crescimento (%)	-	46.33	4.83	41.54	37.49	38.65	10.13	-13.95	-8.68

Os dados hidrológicos, necessários ao estudo, foram obtidos no banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA). Esses dados foram separados em blocos de anos afim de facilitar a visualização e para ser possível analisar as diferenças nas Normais Climatológicas. De acordo com Pereira (2002), as Normais Climatológicas são os valores médios incluindo os desvios para mais e para menos. Por fim, foram comparadas as mudanças dos regimes de chuva com os dados do censo do IBGE de crescimento urbano

Resultados e Discussão

As estações que se mostraram com maior quantidade e com menor número de falhas na série histórica foram as estações 2346097 – Jundiá e 2448008 – Ribeirão Branco, com 60 e 48 anos de dados sem falhas respectivamente. As duas estações estão geolocalizadas na Figura 1 abaixo.

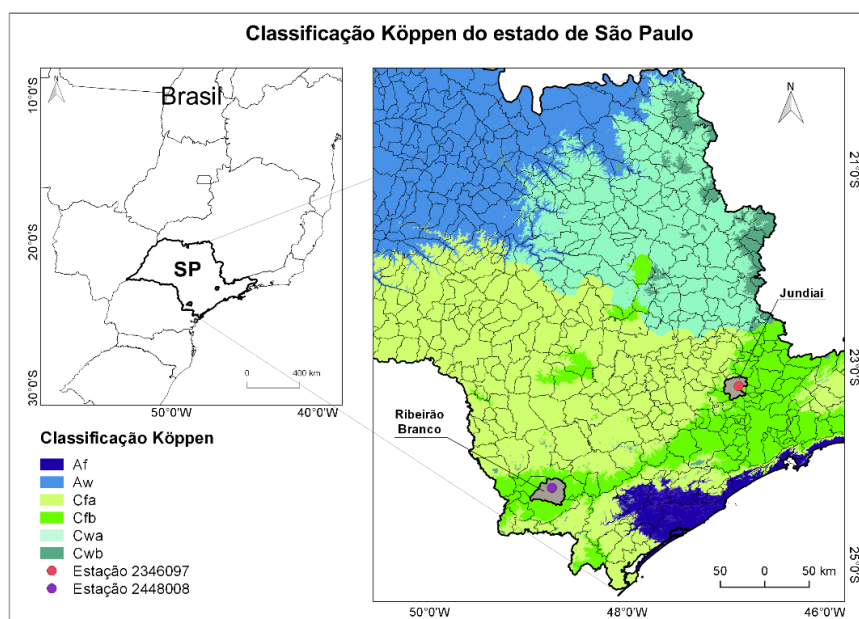


Figura 1 – Mapa de geolocalização das estações com classificação Köppen.

Com a separação dos dados em três agrupamentos, pode-se perceber tendência de comportamento (Figuras 2 e 3). Verifica-se que em Jundiá, no decorrer de 60 anos houve mudança no regime de chuvas, tornando o verão menos chuvoso e com maior pluviosidade no inverno. Além disso, o total anual vem diminuindo de maneira constante, demonstrando mudança completa no perfil do regime de chuvas. Em contra

partida, em Ribeirão Branco vemos uma maior constância no verão e um inverno mais chuvoso, principalmente em Julho, com ocorrência de diminuição mais modesta na precipitação anual.

Foi observado que, em Jundiá ocorreu decréscimo nas médias de precipitação total de 40,8%, 41,5%, 18,3%, 28,6% e 34,7% em Junho, Julho, Outubro, Novembro e Dezembro, respectivamente. O total anual teve queda de 24,9%. Já, em Ribeirão Branco a redução das chuvas em Novembro e Dezembro foram de apenas 15,1% e 8,7%. Com relação à mesma cidade, em Junho, Julho e Outubro foi observado aumento de 20,6%, 65,7% e 6,8% respectivamente, com um total anual diminuindo 6,5%.

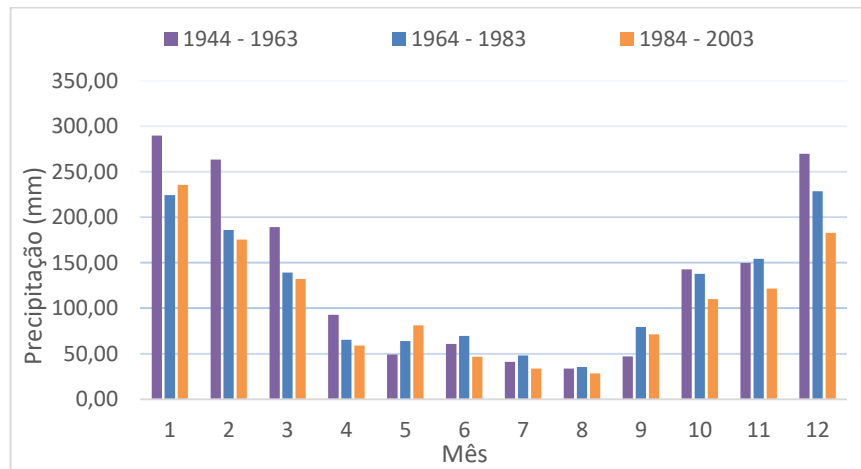


Figura 2 – Gráfico das médias de precipitação total mensal da estação 2346097 – Jundiá.

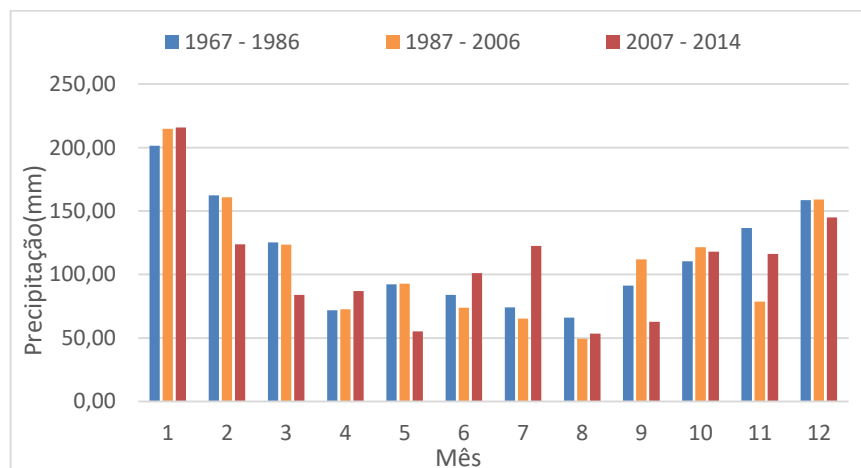


Figura 3 – Gráfico das médias de precipitação total mensal da estação 2448008 – Ribeirão Branco.

Os dados podem nos indicar que o inverno mais chuvoso é um fenômeno natural do clima estudado. Entretanto, na área mais urbanizada o clima se mostra quase 25% seco, enquanto que na área com baixa densidade demográfica apenas 6,5%. Taha (1997) indica o clima mais seco como um dos efeitos gerados por ilhas de calor e dá como possível solução o aumento da cobertura vegetal e do índice albedo nas grandes cidades. Visando avaliar a influência causada por área grandemente povoada na temperatura da região, foram pesquisados dados de temperatura do aeroporto de Congonhas (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA), devido, tanto a sua proximidade com a área de estudo, quanto à quantidade de medições. Com análises horárias de temperatura desde 1980 (Figura 4).

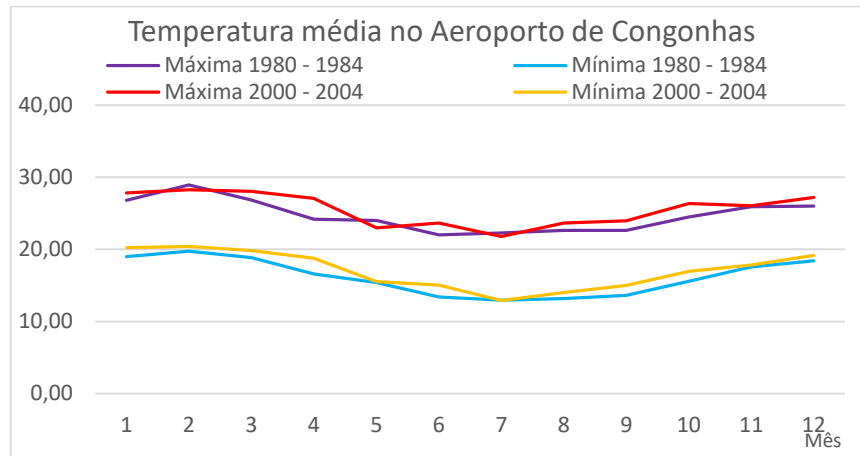


Figura 4 – Temperaturas Máximas e Mínimas médias por mês entre 1980 – 1984 e 2000 – 2004 do aeroporto de Congonhas.

Como o esperado, percebe-se que houve um aumento, tanto nas temperaturas máximas quanto nas mínimas, próximo à área de alta densidade demográfica durante o período analisado.

Vale ressaltar que as mudanças climáticas podem acarretar em problemas ambientais para a fauna e flora, além de possíveis períodos de estiagem e de enchentes fora de época. É aconselhável que a fim de reduzir esses impactos, as prefeituras das grandes cidades tomem medidas para redução dos efeitos gerados por esse crescimento populacional acentuado.

Conclusões

Os resultados obtidos a partir das séries históricas das cidades escolhidas nos mostram uma mudança considerável no regime de chuvas em um município densamente povoado e em uma região de grande tráfego humano. Por outro lado, em uma região interiorana com o mesmo clima não foi constatado essa mudança, o que nos indica uma relação direta entre crescimento urbano e mudanças climáticas.

Referências bibliográficas

- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- KOTTEK, Markus et al. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.
- LELIS, Thatiana Aparecida et al. Impactos causados pelas mudanças climáticas nos processos erosivos de uma bacia hidrográfica: Simulação de cenários. **Revista Ambiente e Água**, v. 6, n. 2, 2011.
- PBMC, 2013: Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil**. 28 p.
- PEEL, Murray C.; FINLAYSON, Brian L.; MCMAHON, Thomas A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and earth system sciences discussions**, v. 4, n. 2, p. 439-473, 2007.
- PEREIRA, Antônio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo César. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. 2002.
- TAHA, Haider. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. **Energy and buildings**, v. 25, n. 2, p. 99-103, 1997.